

Gestão Integral Agroflorestal através de Sistemas de Informação Geográfica: Controlo da erosão do solo mediante *design keyline* de plantações

Alberto López Vega

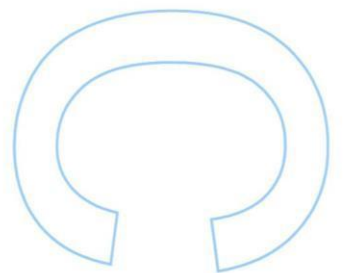
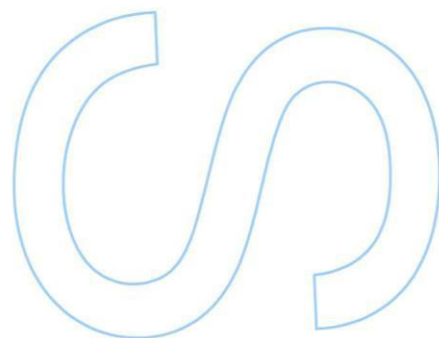
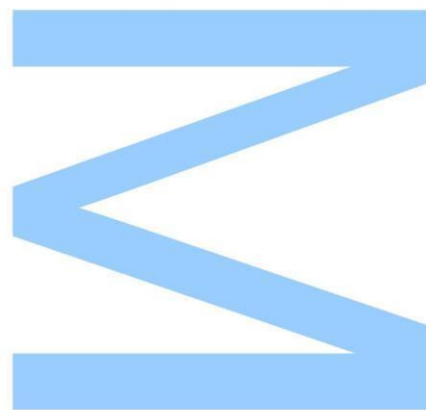
Mestrado em Ciências e Tecnologias do Ambiente
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2016

Orientadora

Ana Cláudia Moreira Teodoro
Professora auxiliar, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Coorientador

Miguel Marcos Ramos

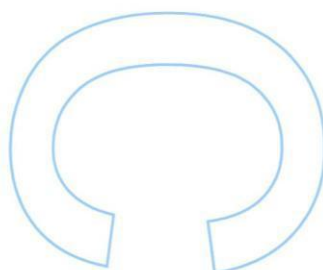
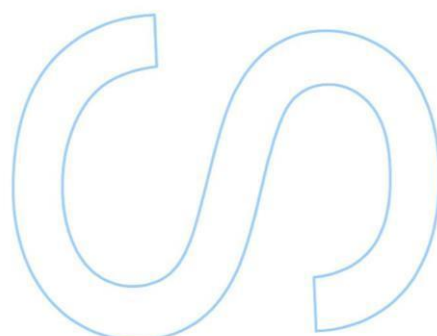
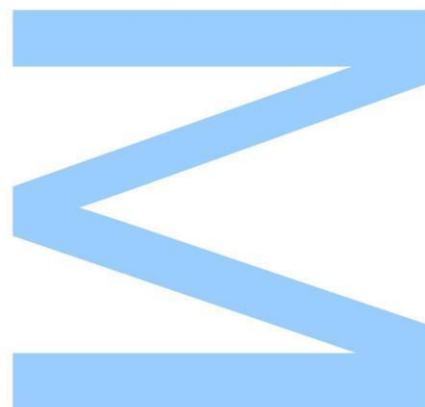




Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



“El desarrollo no puede
ser en contra de la felicidad,
tiene que ser a favor de la
felicidad humana, del amor,
de las relaciones humanas,
de cuidar a los hijos, de tener
amigos, de tener lo elemental.

Precisamente porque eso es el
tesoro más importante que se tiene.

Cuando luchamos por el
medio ambiente, el primer
elemento del medio ambiente
se llama la felicidad humana”

Pepe Mujica

Agradecimentos

Este trabalho não é apenas resultado de um empenho individual, mas sim de um esforço conjunto que o tornaram possível e sem os quais não teria sido fácil chegar ao fim, representando assim um importante marco na minha vida pessoal e académica.

Primeiramente quero agradecer à equipa da Mycotrend por serem como a minha família, ao Miguel, à Nadine, pela motivação que constantemente me quiseram incitar e pela confiança no meu trabalho.

À minha orientadora académica, Professora Ana Cláudia Moreira Teodoro pela ajuda e disponibilidade demonstrada ao longo deste trabalho, pelas sugestões apresentadas bem como pela disponibilização de todos os meios necessários. Também quero agradecer à Lia Bárbara Cunha Barata Duarte a sua ajuda e disponibilização de bibliografia no desempenho do trabalho.

Aos meus pais e irmãos pelo apoio incondicional, pelas palavras certas na altura certa e por terem feito de mim a pessoa que sou hoje.

E a todas as pessoas que contribuíram na concretização desta tese e que estão aqui discriminadas.

Resumo

O relatório apresentado foi desenvolvido no âmbito do estágio curricular do Mestrado em Ciências e Tecnologia do Ambiente da Universidade do Porto.

O estágio decorreu na empresa *Mycotrend - Tecnologías Florestais LDA*, especializada no estabelecimento de plantações de cogumelos silvestres e na produção e venda de plantas micorrizadas para produção de cogumelos comestíveis e gestão/consultoria integral agroflorestal com uma duração de 10 meses, com início no setembro de 2015 e conclusão em junho de 2016.

Este trabalho teve como objetivo principal a planificação e estabelecimento de culturas agrícolas e florestais, a gestão da preparação do solo (desmatação, ripagem, escarificação, correção do pH, fertilização orgânica, sistemas de rega) e a criação de mapas de estudo de variáveis ambientais e morfológicas da Quinta da Raposa, nas terras altas do interior, com uma extensão de 100 hectares e sede em Mirandela 41.51 N, -7.15W (Portugal).

No desenvolvimento do trabalho foram utilizadas ferramentas SIG, mais precisamente foi usado o *software Arcgis* recorrendo aos dados topográficos fornecidos pela *Mycotrend* e aos dados de georreferenciação fornecidos pela *Eye2Map*, empresa dedicada à prestação de serviços de processamento de imagem e informação geográfica obtida por Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), avião ou satélite, recorrendo a recetores GNSS para navegação de veículos e georreferenciação precisa dos dados.

Considerando o clima da zona Nordeste de Portugal, na região de Trás-os-Montes e Alto Douro (Meso-Mediterrâneo continental), com verões secos e invernos com chuvas abundantes e destrutivas, as linhas de atuação do trabalho basearam-se justamente no controlo da erosão dos solos mediante o desenho hidrológico das plantações para atingir o máximo grau de aproveitamento das águas de chuva, diminuir o risco de incêndios assim como a perda de matéria orgânica e melhorar as características do solo mediante o aumento do rácio *raízes/superfície de solo* e da disponibilidade de carbono orgânico, tendo em conta que um aumento do 1% é capaz de conservar 144.000L de água por hectare.

A planificação das plantações segue o conceito do desenho hidrológico de “linha chave” ou *Keyline*. O sistema *Keyline* é um método de planeamento desenvolvido por Percival Alfred Yeomans, um engenheiro de minas Australiano. A aplicação deste sistema traduz-

se numa eficiente gestão e aproveitamento da água da chuva na paisagem, seja esta uma pequena parcela agrícola, uma bacia hidrográfica, ou uma região inteira. Através dos processos de gestão da água, permite o controlo dos fogos florestais, a melhoria dos solos agrícolas e de pastagem e a redução dos custos energéticos.

Também foi feito um estudo espacial integral, com detalhes sob o declive e orientação das encostas, sombras do terreno, escoamento de água de chuvas, bacias hidrográficas, insolação ao longo do ano, inventário ambiental e MDT (Modelo Digital do Terreno)

Palavras chave: Mycotrend, gestão hídrica, *Keyline*, SIG, gestão agroflorestal

Abstract

This report is the result of the work developed in the discipline Dissertation/Internship of the *Mestrado em Ciências e Tecnologia do Ambiente* of *Universidade do Porto*.

The host organization was the company *Mycotrend - Tecnologías Forestais LDA*, specialized in the establishment of wild mushrooms plantations and the manufacturing and sale of mycorrhized plants for the production of edible mushrooms and management/consultancy for integral agroforestry systems. The internship took a period of ten months to complete, from September of 2015 to June of 2016.

The main aim of this work was to plan and establish agricultural and forestry cultures, the management of adapting the land (deforestation, ripping, scarification, pH correction, organic fertilization, irrigation systems) and the creation of study maps of environmental and morphologic variables for the *Quinta da Raposa*, in the interior highlands, with a extent of hundred hectares and located in Mirandela 41.51 N, -7.15W (Portugal).

In the development of this work were used GIS tools, more precisely, the software *Arcgis 10.3* draw upon of the data provided of the *Mycotrend* and the georeferencing data provided of the *Eye2Map*, a company dedicated to providing services of image and geographic information processing obtained by VANT, airplane or satellite, using GNSS receivers for vehicle navigation and precise georeferencing of the data.

Seeing the climate of the Northeast of Portugal, in the region of *Trás-os-Montes* and *Alto Douro* (Meso – Mediterranean continental), with so dry summers and winters with very plenty and destructive rains, the main lines of action of the work were based precisely in the soil erosion control through culture hydrologic design for reach the utmost degree of exploitation of the rain water, decrease the fire risk and the loss of organic matter and improve the characteristics of the soil through the increase of the root/surface ratio and the availability of organic carbon given that the 1% of increase is able to keep 144.000L of water for hectare.

The planning of the cultures follow the *Keyline* concept hydrologic design. The *Keyline* system is a planning method developed by Percival Alfred Yeomans, an Australian mining engineer. The application of this system translates into effective management and use of rainwater in the landscape, this is a small agricultural parcel, a watershed, or an entire

region. The water management process allows the control of forest fires, the improvement of agricultural soils and pasture and reduced energy costs.

It was also made a integral space study in detail under the slope and orientation of slopes, ground shadows, water flow showers, basins hydrographic, sunshine throughout the year, environmental inventory and MDT (Digital Terrain Model)

Keywords: Mycotrend, hydrologic management, *Keyline*, GIS, agroforestry management

Acrónimos

MDT - Modelo Digital do Terreno

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SNIRH- Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos

TIN - Triangulated Irregular Network

NUT - Nomenclatura das Unidades Territoriais

PROT - Plano Regional de Ordenamento do Território da Região Norte

GNSS – Sistema global de navegação por satélite

VANT – Veículo aéreo não tripulado

SROA - Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário

Índice

Agradecimentos	Error! Bookmark not defined.
Resumo.....	5
Acrónimos	9
Índice de figuras	12
Índice de tabelas	15
Índice de fotografias	17
1. Introdução	18
1.1 Apresentação do local de estágio	18
1.2 Importância da gestão agroflorestal sustentável	19
1.3 SIG como ferramenta para a gestão florestal	20
1.4 Objetivos do trabalho	21
2. Enquadramento	22
2.1 Enquadramento territorial.....	22
2.1.1 Localização e posicionamento geoestratégico.....	22
2.2 Inventário ambiental.....	24
2.2.1 Geologia e litologia	24
2.2.2 Clima	29
2.2.3 Biogeografia e series de vegetação.....	37
2.2.4 Utilização da terra.....	40
3 Materiais e métodos	40
3.1. Materiais	40
3.1.1 Software utilizado	40
3.1.2 Informação de base.....	41
3.2 Métodos	41
3.2.1 Preparação dos solos.....	41

3.2.1.1 Desmatção.....	41
3.2.1.2 Ripagem	44
3.2.1.3 Correção do pH – Calagem.....	46
3.2.1.4 Fertilização do solo	50
3.2.2 Caracterização biofísica	50
3.2.2.1 Morfologia	50
3.2.2.1 Altimetria.....	51
3.2.2.2 Declive	52
3.2.2.3 Orientação das encostas	52
3.2.2.4 Sombreamento	53
3.2.2.5 Bacias hidrográficas.....	53
3.2.2.6 Radiação solar	54
3.2.3 <i>Design Keyline</i>	55
4. Resultados e discussão.....	61
4.1 Caracterização biofísica.....	61
4.1.1 Morfometria	61
4.1.2 Altimetria	63
4.1.3 Declives.....	65
4.1.4 Orientação das encostas	67
4.1.5 Sombreamento do relevo	68
4.1.6 Bacias hidrográficas/ Escoamentos.....	70
4.1.7 Radiação solar	71
4.3 <i>Design Keyline</i> de aproveitamento hídrico	73
5. Conclusão	85
6. Anexos	89
7. Bibliografia	107

Índice de figuras

Figura 1- Serviços que oferece a Mycotrend	18
Figura 2- Localização da Quinta da Raposa.....	22
Figura 3 - Carta de solos de Portugal. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente.....	25
Figura 4 – Carta de litologia dos solos de Portugal. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente	26
Figura 5 - Carta da acidez e alcalinidade dos solos de Portugal. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente	28
Figura 6 - Precipitação anual de Portugal. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente	32
Figura 7 - Temperatura anual de Portugal. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente	33
Figura 8 - Humidade do ar anual de Portugal. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente	34
Figura 9 - Evapotranspiração real anual de Portugal. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente	35
Figura 10 - Dias do ano de ocorrência de Geadas em Portugal. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente	36
Figura 11 – Zonas fitogeográficas dominantes em Portugal. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente	39
Figura 12 - Software Arcgis com representação das curvas de nível da Quinta da Raposa	40
Figura 13 - Localização do ponto-chave e da linha chave (Keyline)	57
Figura 14 - Etapa 1 do processo de design Keyline.....	57
Figura 15 - Etapa 2 do processo de design keyline	57
Figura 16- Etapa 3 do processo de design keyline	58
Figura 17 - Etapa 4 do processo de design keyline	58
Figura 18 - Etapa 5 do processo de design keyline	58
Figura 19 - Etapa 6 do processo de design keyline	59
Figura 20- Comprimento total das linhas de plantação com design keyline	60

Figura 21 - Comprimento total das linhas de plantação com design tradicional ortogonal	60
Figura 22 - Comprimento total das linhas de plantação com o design keyline simplificado	61
Figura 23 – Carta das bacias hidrográficas e comprimento das principais linhas de água da Quinta da Raposa.....	62
Figura 24 - Modelo Digital do Terreno (MDT) da Quinta da Raposa	63
Figura 25 - Carta de declives reclassificada em seis classes	65
Figura 26 - Carta de orientações da Quinta da Raposa.....	67
Figura 27 - Carta de sombreamentos da Quinta da Raposa reclassificada em cinco classes	68
Figura 28 - Carta das linhas de drenagem da Quinta da Raposa	70
Figura 29 - Carta da radiação solar global reclassificada em cinco classes.....	71
Figura 30 - Carta dos Keypoints e Keylines na Quinta da Raposa	73
Figura 31 - Carta das plantações segundo o design Keyline da Quinta da Raposa.....	74
Figura 32 - Carta das plantações segundo o design tradicional ortogonal da Quinta da Raposa.....	75
Figura 33 - Área 1 relativa ao cultivo da aveleira com o design Keyline	76
Figura 34 - Área 2 relativa ao cultivo da aveleira com o design keyline	76
Figura 35 - Área 3 relativa ao cultivo florestal com o design Keyline	77
Figura 36 - Área 4 relativa ao cultivo florestal com o design keyline	77
Figura 37 - Área 5 relativa ao cultivo florestal com o design Keyline	78
Figura 38 - Área 6 relativa ao cultivo florestal com o design keyline	78
Figura 39 - Área 7 relativa ao cultivo florestal com o design Keyline	79
Figura 40 - Área 8 relativa ao cultivo florestal com o design keyline	79
Figura 41 - Área 9 relativa ao cultivo da figueira com o design Keyline	80
Figura 42 - Área 10 relativa ao cultivo da figueira com o design keyline	80
Figura 43 - Área 11 relativa ao cultivo da figueira com o design Keyline	81

Figura 44 - Área 12 relativa ao cultivo da figueira com o design keyline	81
Figura 45 - Área 13 relativa ao cultivo da amendoeira com o design Keyline	82
Figura 46 - Área 14 relativa ao cultivo da amendoeira com o design keyline	82
Figura 47 - Área 15 relativa ao cultivo da amendoeira com o design Keyline	83
Figura 48 - Área 16 relativa ao cultivo da amendoeira com o design keyline	83
Figura 49 - Área 17 relativa ao cultivo da amendoeira com o design Keyline	84
Figura 50 – Analise Químico dos solos da Quinta da Raposa	88

Índice de tabelas

Tabela 1 - Classificação bioclimática de Gonçalves (AGROCONSULTORES & COBA, 1991).....	30
Tabela 2 - Parâmetros climáticos na zona da Terra Quente Trasmontana	31
Tabela 3 - Classes de declive.....	52
Tabela 4 - Valores da precipitação anual nas estações meteorológicas próximas à Quinta da Raposa.....	Error! Bookmark not defined.
Tabela 5 - Relação entre o sistema de classificação de solos do S.R.O.A e o sistema de classificação de solos da F.A.O. e respetivo valor de erodibilidade.....	Error! Bookmark not defined.
Tabela 6 - Fator de coberto do solo para cada classe de ocupação do solo.....	Error! Bookmark not defined.
Tabela 7- Comparação entre os diferentes designs	61
Tabela 8 - Parâmetros morfológicos da Quinta da Raposa	63
Tabela 9 - Valores da precipitação anual nos diferentes postos pluviométricos à volta da Quinta da Raposa	Error! Bookmark not defined.
Tabela 10 - Número de plantas agrupadas por cultura segundo o design Keyline na Quinta da Raposa.....	74
Tabela 11 - Número de plantas agrupadas por cultura segundo o design tradicional ortogonal na Quinta da Raposa.....	75
Tabela 12 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 1.....	89
Tabela 13 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 2.....	90
Tabela 14 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 3.....	92
Tabela 15 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 4.....	92
Tabela 16 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 5.....	93
Tabela 17 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 6.....	93
Tabela 18 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 7.....	94
Tabela 19 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 8.....	94

Tabela 20 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 9.....	97
Tabela 21 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 10.....	98
Tabela 22 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 11.....	99
Tabela 23 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 12.....	100
Tabela 24 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 13.....	100
Tabela 25 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 14.....	101
Tabela 26 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 15.....	103
Tabela 27 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 16.....	104
Tabela 28 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 17.....	106

Índice de fotografias

Fotografia 3- Processo de desmatção com bulldozer 3	43
Fotografia 2- Processo de desmatção com bulldozer 2	43
Fotografia 1- Processo de desmatção com bulldozer 1	43
Fotografia 4 - Processo de ripagem com bulldozer 1	44
Fotografia 5 - Processo de ripagem com bulldozer 2	44
Fotografia 6 - Processo de ripagem com bulldozer 3	45
Fotografia 7 - Processo de escarificação com trator	45
Fotografia 8 - Processo de escarificação finalizado	45
Fotografia 9 - Armazenamento do calcário para o seu uso na correção dos solos	46
Fotografia 10 - Processo de calagem com trator 1	46
Fotografia 11 - Granulometria do calcário	47
Fotografia 12 - Carregamento do trator com o calcário 1	47
Fotografia 13 - Carregamento do trator com o calcário 2	47
Fotografia 14 - Processo de calagem com trator 2	48
Fotografia 15 - Processo de calagem com trator 3	48
Fotografia 16 - Processo de calagem finalizado	48
Fotografia 17 - Terreno 2 meses após a calagem 1	49
Fotografia 18 - Terreno 2 meses após a calagem 2	49
Fotografia 19 - Terreno 2 meses após a calagem 3	49

1. Introdução

1.1 Apresentação do local de estágio

O trabalho apresentado neste relatório foi efetuado no âmbito da disciplina Dissertação/Estágio do Mestrado em Ciências e Tecnologia do Ambiente – Especialização em Riscos: Avaliação e Gestão Ambiental da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

O estágio decorreu na empresa *Mycotrend – Tecnologias Florestais LDA*, especializada no estabelecimento de plantações de cogumelos silvestres e na produção e venda de plantas micorrizadas para produção de cogumelos comestíveis e gestão/consultoria integral agroflorestal com uma duração de 10 meses, com início no setembro de 2015 e conclusão em junho de 2016.

A *Mycotrend* surge da aliança entre a floresta e a biotecnologia para oferecer um serviço de excelência na plantação de árvores micorrizadas produtoras de cogumelos silvestres e a sua gestão. Para isso, recorre às melhores e mais inovadoras soluções biotecnológicas, de forma a potenciar níveis atrativos de rentabilidade e sustentabilidade ecológica.

O processo de plantação é de extrema importância uma vez que terá um impacto direto na produtividade. Como refere a Figura 1, a preparação do solo, o processo de colocação das árvores, a colocação de protetores de plantas e vedações são fatores que devem ser considerados.

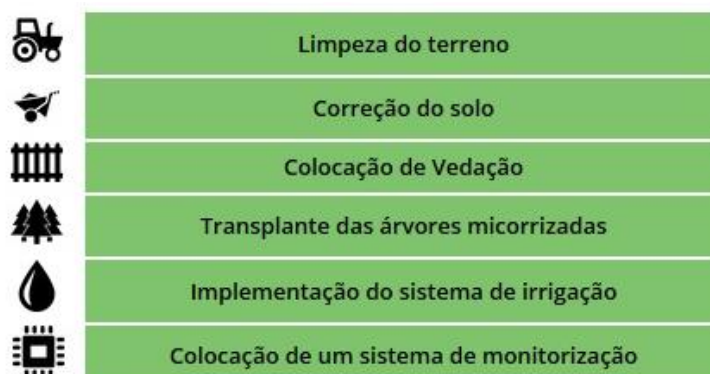


Figura 1- Serviços que oferece a Mycotrend

O trabalho desenvolvido centrou-se na planificação e estabelecimento de culturas agrícolas e florestais, a gestão da preparação do solo (desmatção, ripagem, escarificação, correção do pH, fertilização orgânica, sistemas de rega), a produção de

árvores micorrizadas e a criação de mapas de estudo de variáveis ambientais e morfológicas da Quinta da Raposa, nas terras altas do interior, com uma extensão de 100 hectares e sede em Mirandela 41.51 N, -7.15W (Portugal)

1.2 Importância da gestão agroflorestal sustentável

As florestas são vitais para a sobrevivência e o bem-estar da humanidade. São o refúgio de dois terços das espécies animais e vegetais do planeta. Dão-nos alimento, oxigénio, abrigo, recreação e suporte espiritual. [1] A diversidade biológica das florestas (variedade de genes, espécies e ecossistemas florestais) sustenta a produção destes bens e serviços, sendo assim a base que garante a integridade e estabilidade florestal a longo prazo [1].

A biodiversidade pode ser definida como a diversidade da vida na Terra. Em outras palavras, compreende a variedade de todos os organismos vivos, os locais onde eles se encontram e a interação entre estes. As interações entre os componentes da biodiversidade fazem com que a Terra seja um local habitável para todas as espécies, incluindo aos seres humanos. Aproximadamente 40% da economia mundial depende nomeadamente da biodiversidade, em particular os setores da agricultura e florestal. A biodiversidade produz serviços eco sistémicos vitais, por exemplo o abastecimento de água potável e a fertilidade dos solos. Cerca de 70% da população pobre do mundo mora em locais rurais e são dependentes diretamente da biodiversidade para a sua sobrevivência e bem-estar [1].

Atualmente e devido ao uso indistinto dos solos, aparecem uma grande quantidade de problemas associados à perda do mesmo, nomeadamente o uso impróprio de fertilizantes, contaminação de aquíferos, consumo da água, perda de matéria orgânica em horizontes superficiais do solo e perda de biodiversidade, sendo esta filosofia de gestão muito custosa e invasiva à custa do desenvolvimento do setor primário.

Para além disto a agricultura e a floresta têm vindo a ser gravemente afetadas pelas alterações do clima que se têm verificado nas últimas décadas, especialmente pela ocorrência de secas e outros eventos extremos, projetando-se até final do séc. XXI o agravamento das tendências observadas.

O desenvolvimento recente do conhecimento científico sobre clima tem permitido reduzir a incerteza associada à sua evolução futura, designadamente para Portugal, evidenciando a necessidade incontornável de atuação para adaptar a sociedade às novas condições.

Os cenários de evolução climática para Portugal até ao final do séc. XXI apontam para condições progressivamente mais desfavoráveis para a atividade agrícola e florestal, decorrentes da redução da precipitação e aumento da temperatura, do agravamento da frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos e do aumento da suscetibilidade à desertificação.

A disponibilidade de água e a capacidade de rega, a fertilidade do solo e a prevenção da erosão, a gestão de risco face aos eventos extremos e à maior variabilidade climática, o acréscimo de condições favoráveis a organismos prejudiciais às culturas e às plantas e a alteração dos sistemas fitossanitário e de sanidade animal, bem como a disponibilidade de património genético animal e vegetal adaptado às novas condições climáticas constituem os principais fatores críticos para a adaptação da agricultura às alterações climáticas expectáveis [1].

O aumento do risco meteorológico de incêndio e das condições favoráveis a agentes bióticos nocivos, bem como a diminuição da produtividade potencial e da capacidade de sequestro de carbono são aspetos críticos para a adaptação do sector florestal [2].

A atuação necessária para responder a esses desafios implica o envolvimento alargado de todos os agentes sectoriais segundo a respetiva natureza e responsabilidades: produtores agrícolas e florestais e suas organizações, comunidade científica e administração pública.

Também é preciso destacar a enorme quantidade de países nos quais o setor primário tem uma importância vital na economia e desenvolvimento da sua população e nos que existem graves problemas na distribuição e na utilização da água como recurso natural.

1.3 SIG como ferramenta para a gestão florestal

Um Sistema de Informação Geográfica – SIG é um conjunto de sistemas de *softwares* e *hardwares* capazes de produzir, armazenar, processar, analisar e representar inúmeras informações sobre o espaço geográfico, tendo como produto final mapas temáticos, imagens de satélites, cartas topográficas, gráficos e tabelas. Esses produtos são importantes para a análise de evoluções espaciais e temporais de um fenómeno geográfico e as inter-relações entre diferentes fenómenos espaciais.

A gestão dos recursos naturais tem-se modernizado, com tecnologia avançada e recursos humanos de elevada qualificação, que têm promovido uma maior necessidade de gestão

especializada. Os SIG são, assim, meios de excelência para apoio à decisão nos diversos atos de gestão. No sector da Agricultura, a utilização dos SIG destaca-se na produção de vinho e na gestão de regiões demarcadas. No sector da floresta, os SIG estão direcionados à gestão florestal e à monitorização dos recursos, tanto para gerir e manter as áreas protegidas, como para contribuir para a certificação florestal associada à produção de pasta de papel nas grandes indústrias produtoras. Também no sector do Ambiente os SIG têm tido um papel importante no suporte à otimização e racionalização dos procedimentos de recolha, avaliação e comunicação de informação de ambiente fiável, assim como, nos processos de tomada de decisão no que respeita à elaboração e implementação de políticas e estratégias em matéria de Ambiente.

Perceber a interdependência dos ecossistemas da Terra e do impacto do Homem no ambiente requer muita informação e capacidade analítica. Para agir é preciso conhecimento e colaboração. A tecnologia SIG permite fazer ambas as coisas.

As operações da atividade agrícola como a preparação do solo, a sementeira, aplicações de pesticidas agrícolas, fertilizantes e corretivos e a colheita, são realizadas ao longo do ciclo de produção, possuindo cada uma delas as suas particularidades, quer seja pelas condições de clima e solo, quer seja pelo perfil do produtor e da escala de produção. Com a utilização das capacidades e potencialidades da informação geográfica e possível potenciar o planeamento das colheitas para garantir ganhos em rentabilidade, competitividade e sustentabilidade.

A Floresta é complexa, dinâmica e multidimensional. A tecnologia SIG tem um impacto positivo e profundo na forma como os gestores do terreno, de madeira e especialistas da silvicultura gerem os recursos madeireiros. Os SIG ajudam a compreender a ciência, economia e princípios sociais das florestas.

1.4 Objetivos do trabalho

O objetivo principal do trabalho foi a correta planificação e gestão das plantações agroflorestais da Quinta da Raposa, tendo em conta as características biofísicas e paisagísticas do local para conseguir uma diminuição da erosão dos solos mediante o *design Keyline* de aproveitamento hídrico.

2. Enquadramento

2.1 Enquadramento territorial

2.1.1 Localização e posicionamento geoestratégico

O concelho de Mirandela (Figura 2) localiza-se no Nordeste de Portugal, NUT III – alto Trás-os-Montes, pertence ao Distrito de Bragança e situa-se a Norte dos concelhos de Alfândega da Fé, Carrazeda de Ansiães e Vila Flor; a Leste dos concelhos de Murça e Valpaços; a Oeste do concelho de Macedo de Cavaleiros; e a Sul do concelho de Vinhais. O Concelho encontra-se enquadrado na sub-região da Terra Quente Transmontana, que tem a marca rural do Nordeste Transmontano, com paisagens inesquecíveis, embora agrestes e radicais [3].

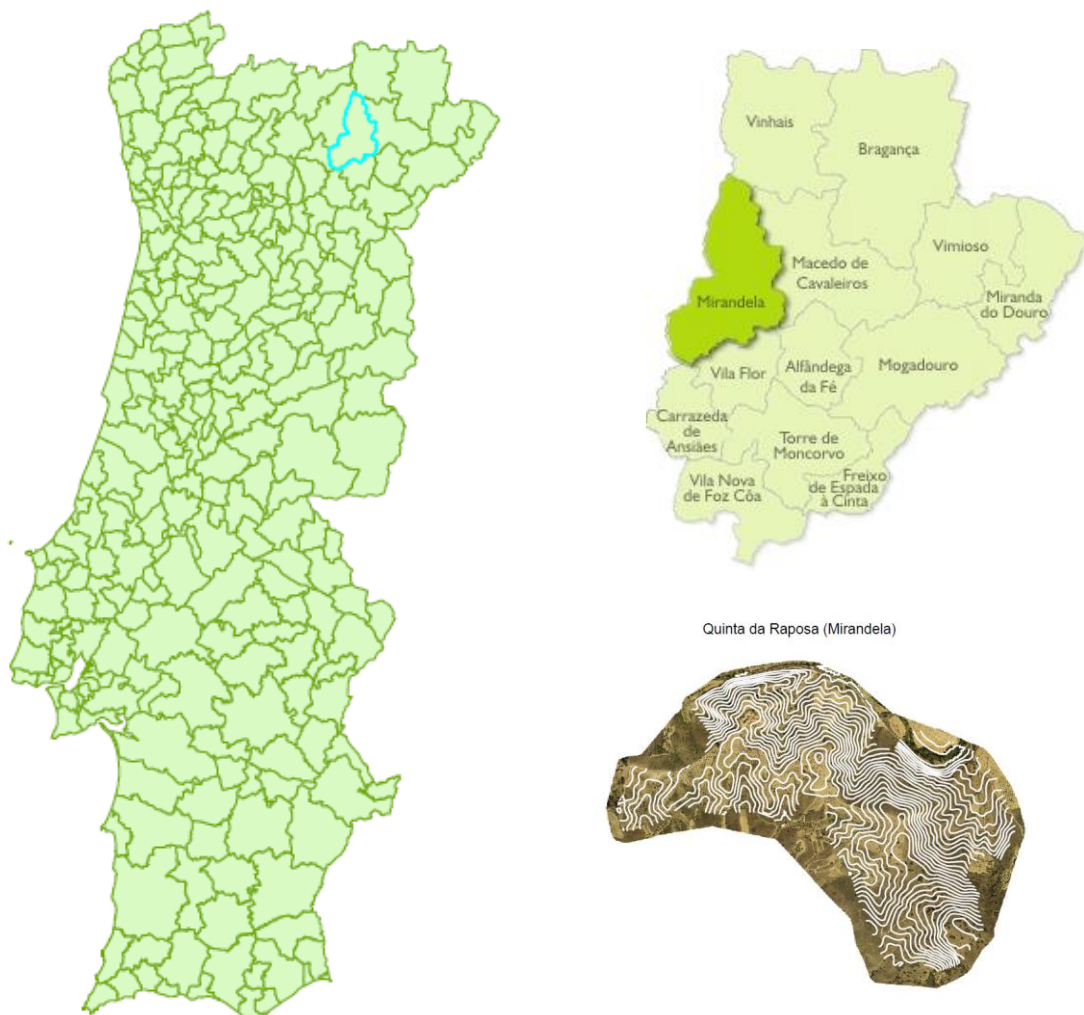


Figura 2- Localização da Quinta da Raposa

O concelho de Mirandela é um dos 12 que constituem o Distrito de Bragança. Trata-se de um concelho médio - em termos territoriais (cerca de 674 Km²) e demográficos (25.819 habitantes em 2001) -, que engloba 37 freguesias e que se encontra conectado com as cidades de Vila Real (a Oeste) e Bragança (a Nordeste através do IP4) [3].

Como a generalidade dos concelhos do Interior Norte, é marcado por dinâmicas de esvaziamento e de envelhecimento demográfico, registando um forte despovoamento das zonas rurais e uma crescente concentração urbana da população (a freguesia sede de concelho aumentou 2.997 habitantes entre 1991 e 2001) com uma relativa tendência para a “terciarização” da sua economia, continuando, no entanto, o sector agrícola a ocupar um papel preponderante na base produtiva local [3].

Atravessado pela EN15, uma via que estruturou o território concelhio durante décadas e cuja importância decaiu com a construção do IP4, Mirandela constitui-se hoje como um dos maiores concelhos do nordeste transmontano, situado no seu centro geográfico e que, aliado às novas acessibilidades e aos esforços desenvolvidos pela autarquia, prevê-se que venha a adquirir o papel de centro regional, traduzindo-se num crescente rejuvenescimento demográfico e gradual aumento da população [3].

Esta visão de centro regional encontra-se igualmente reforçada no Plano Regional de Ordenamento do Território da Região Norte (PROT- Norte) que identifica Mirandela como um dos centros urbanos emergentes com um papel estruturante na NUT de Trás-os-Montes, assumindo um papel importante, sobretudo na relação com os municípios do Douro Superior, onde se deverá promover uma dinâmica de reforço relacional que deverá ser potenciada ao serviço da criação de riqueza, valorização ambiental e fixação de pessoas na região [3].

A concentração de população residente, a importância da base económica e o leque diversificado de equipamento e serviços, fazem com que estas Cidades/aglomerações urbanas regionais desempenhem funções essenciais de articulação territorial e evidenciem capacidades para construir e dinamizar redes urbanas.

O modelo territorial apresentado no PROT-Norte integra Mirandela com Macedo de Cavaleiros criando uma aglomeração urbana regional que, embora situada na periferia Norte da faixa duriense, possa concentrar funções e prestar serviços de nível mais elevado a esta zona [3].

2.2 Inventário ambiental

2.2.1 Geologia e litologia

Como é referido na Figura 3 e na Figura 4 há uma larga dominância de litossolos, com ampla presença de xistos, metamorfisados em algumas áreas e de quartzitos do silúrico; granitos e granitos gneissóides na faixa periférica a Noroeste e a Suroeste; depósitos aluvionais em terraços e orlas fluviais, presença de grauvaques na faixa Sul. Os xistos facilitam mais o escoamento superficial e os processos erosivos do que os granitos porque são mais impermeáveis à água, particularmente quando possuem uma folheação horizontal. Com facilidade os xistos partem-se e esfolheiam-se carregando de sedimentos os cursos de água induzindo, relativamente ao granito, um envelhecimento mais precoce do relevo.

Os Litossolos, como solos incipientes que são, apresentam nulo ou muito fraco desenvolvimento de perfil devido a recente exposição da rocha-mãe à ação dos processos de formação do solo ou, mais vulgarmente, por causa da atuação da erosão acelerada que ocasiona a remoção do material de textura mais fina à medida que ele se vai formando. Neste caso existe agora um certo equilíbrio entre meteorização e erosão, equilíbrio que se verifica a um nível de espessura do solo muito baixo.

A desintegração física predomina imenso sobre a alteração química, sendo por isso o solo grandemente constituído por fragmentos de rocha, grosseiros ou finos, não muito meteorizados. A ligeira meteorização e a fraca acumulação de matéria orgânica à superfície são praticamente as únicas expressões do diminuto desenvolvimento do seu perfil que se podem observar [4].

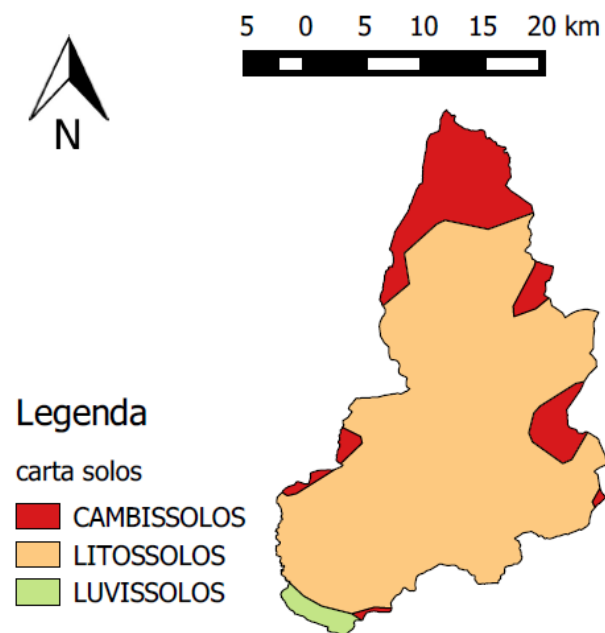
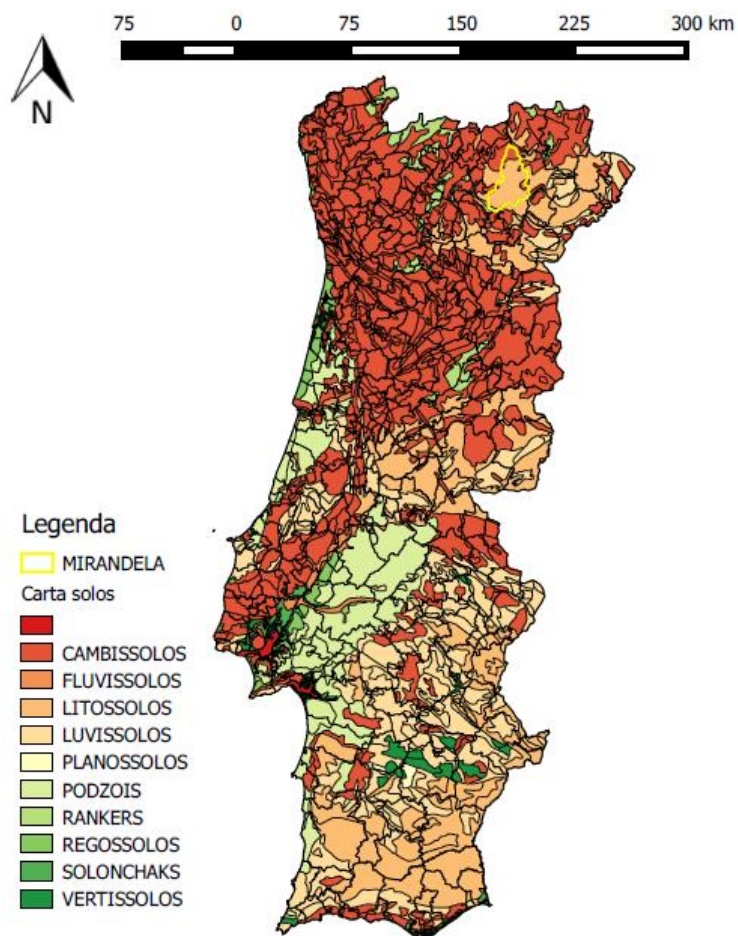
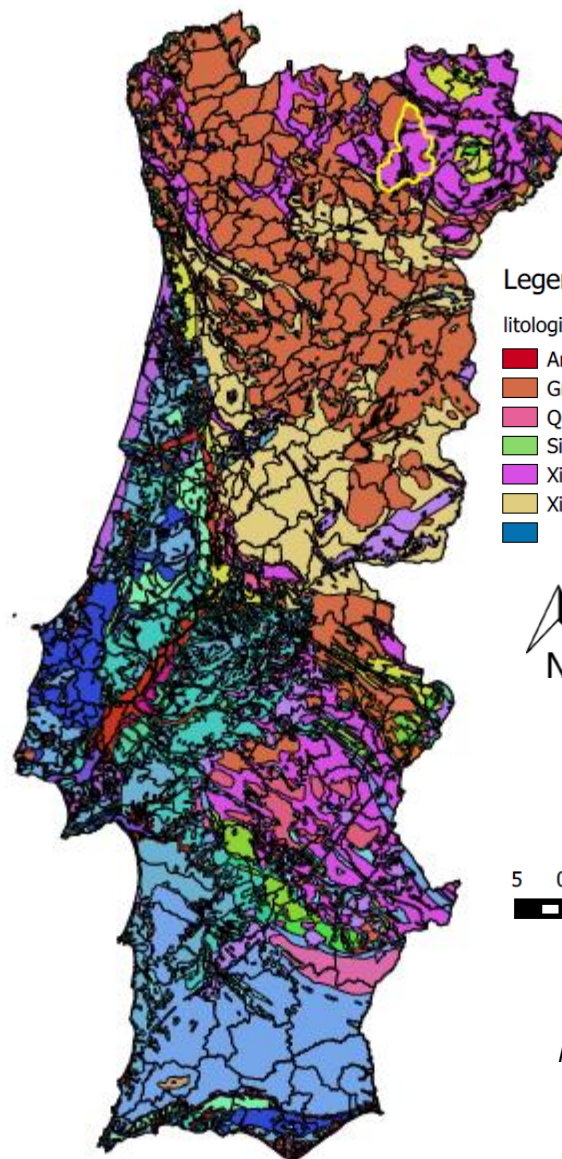


Figura 3 - Carta de solos de Portugal. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente



Legenda

litologia

- Areias, calhaus rolados, arenitos pouco consolidados, argilas
- Granitos e rochas afins
- Quartzitos
- Sienitos
- Xistos, grauvaques
- Xistos, grauvaques (Complexo xisto-grauváquico)

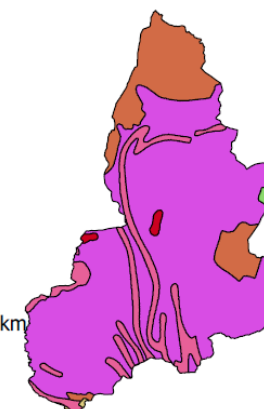
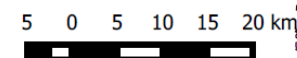


Figura 4 – Carta de litologia dos solos de Portugal. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente

O pH do solo (Figura 5) intervém na capacidade de troca iónica dos solos. Por troca iónica entende-se o processo pelo qual iões retidos na superfície de uma fase sólida são permutados com quantidades equivalentes de iões em solução numa fase líquida, ou pertencentes a outra fase sólida em contacto com a primeira.

De um modo geral pode dizer-se que a capacidade de troca catiónica dos minerais de argila é independente do pH enquanto este for inferior a 5. A partir de pH 6, aumentam as cargas negativas dependentes do pH, de modo que a capacidade de troca catiónica cresce progressivamente, atingindo o máximo para pH à volta de 10 [5].

O pH dos solos é de 5,8 como indica a figura 50.

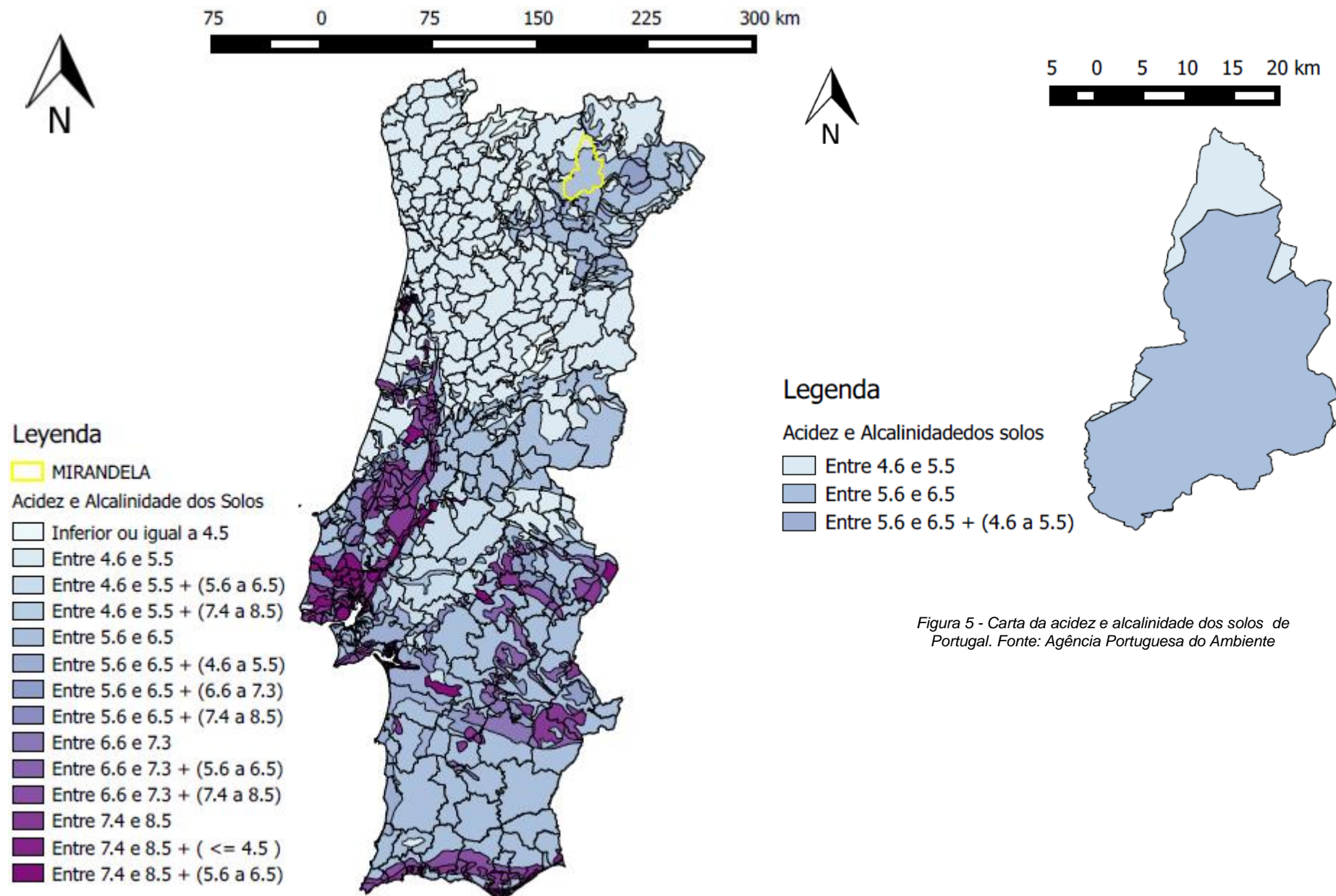


Figura 5 - Carta da acidez e alcalinidade dos solos de Portugal. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente

2.2.2 Clima

Apresentam-se nas Figuras 6,7,8,9 e 10 os valores da precipitação, temperatura, evapotranspiração e geada no concelho de Mirandela. A Quinta da Raposa situa-se na Região subcontinental, em grande parte enquadrando-se na Terra Quente (Q4,Q5), enquanto a faixa periférica Norte/Noroeste [6] se correlaciona com a Terra de Transição (T3,T4) e o coroamento da serra de Santa Comba com a Terra Fria de Planalto (F3) [4].

O bioclima é Mediterrânico pluviestacional-oceânico / Meso mediterrânico seco.

Tabela 1 - Classificação bioclimática de Gonçalves (AGROCONSULTORES & COBA, 1991)

Tipo climático	Subtipo climático	Precipitação (mm)	Temp. média anual (°C)	Altitude (m)
Terra Fria de Alta Montanha	A	$P \geq 1200$	$T \leq 9$	$\geq 1200/1300$
Terra Fria de Montanha	M1	$P > 1200$	$9 \geq T > 10$	900/1000 – 1200/1300
	M2	$1000 > P > 1200$		
Terra Fria de Planalto	F1	$P > 1200$	$12,5 \geq T > 10$	600/700 – 900/1000
	F2	$1000 > P > 1200$		
	F3	$800 > P > 1000$		
	F4	$600 > P > 800$		
	F5	$600 > P$		
Terra de Transição	T1	$P > 1200$	$14 \geq T > 12,5$	400/500 – 600/700
	T2	$1000 > P > 1200$		
	T3	$800 > P > 1000$		
	T4	$600 > P > 800$		
	T5	$600 > P$		
Terra Quente	Q1	$P > 1200$	$T > 14$	< 400/500
	Q2	$1000 > P > 1200$		
	Q3	$800 > P > 1000$		
	Q4	$600 > P > 800$		
	Q5	$600 > P$		

Caracteriza-se pelos parâmetros climáticos seguintes:

Tabela 2 - Parâmetros climáticos na zona da Terra Quente Trasmontana

Parâmetros	Valor
T media (°C)	13 – 15
T media (°C) máx.	17 – 21
T media (°C) min.	7 – 8
R media (mm)	500 – 800
Ug media(%)	50 – 60
I media(%)	55 – 60
N media (décimos)	4,5 – 5
EPT pot media (mm)	750 – 800
Índice hídrico (Thornthwaite)	0 – 60
Geada (Nº dias no ano)	40 – 60
Última geada (decêndio/mês)	3º/3 – 2º/4

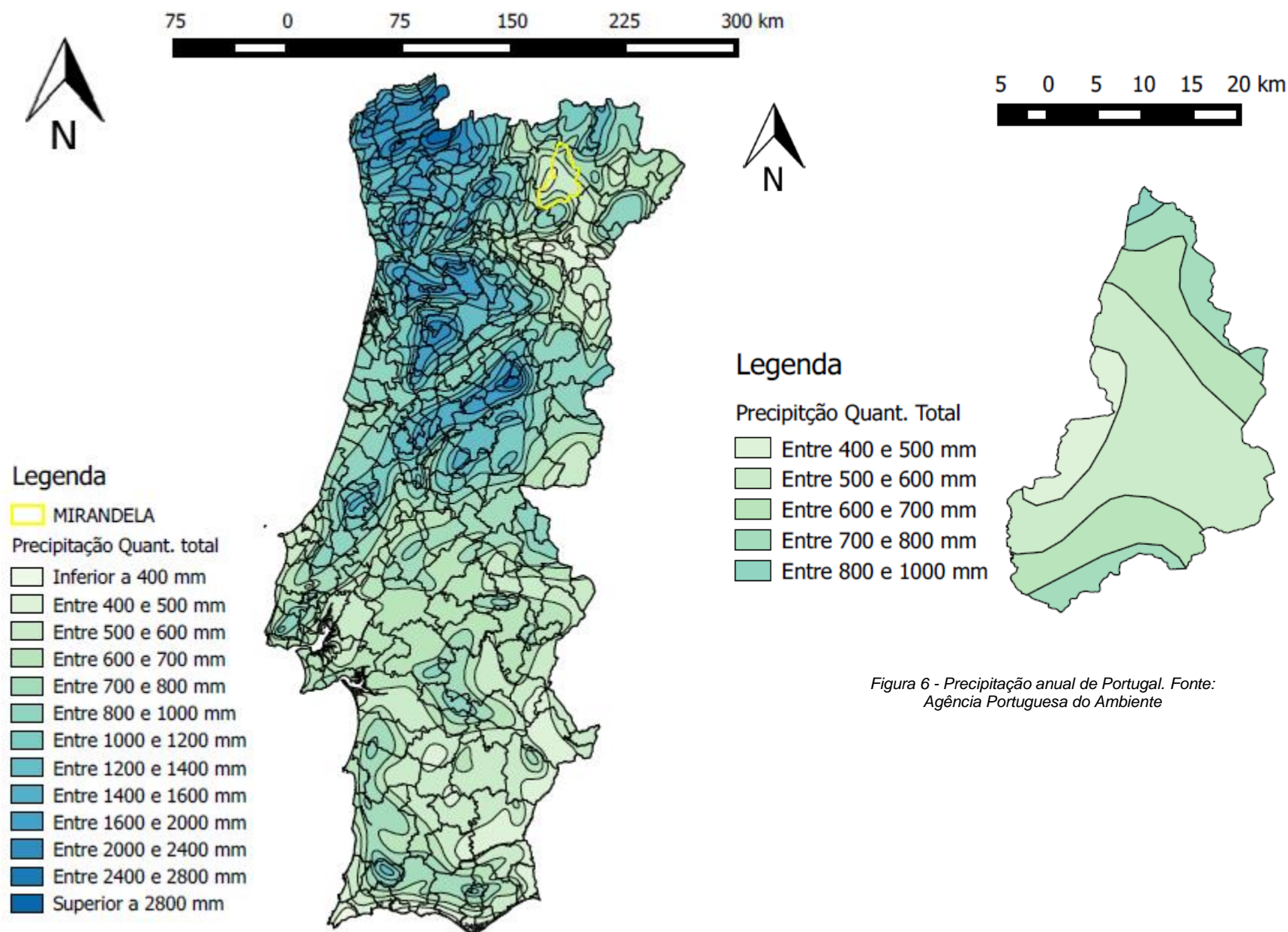


Figura 6 - Precipitação anual de Portugal. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente

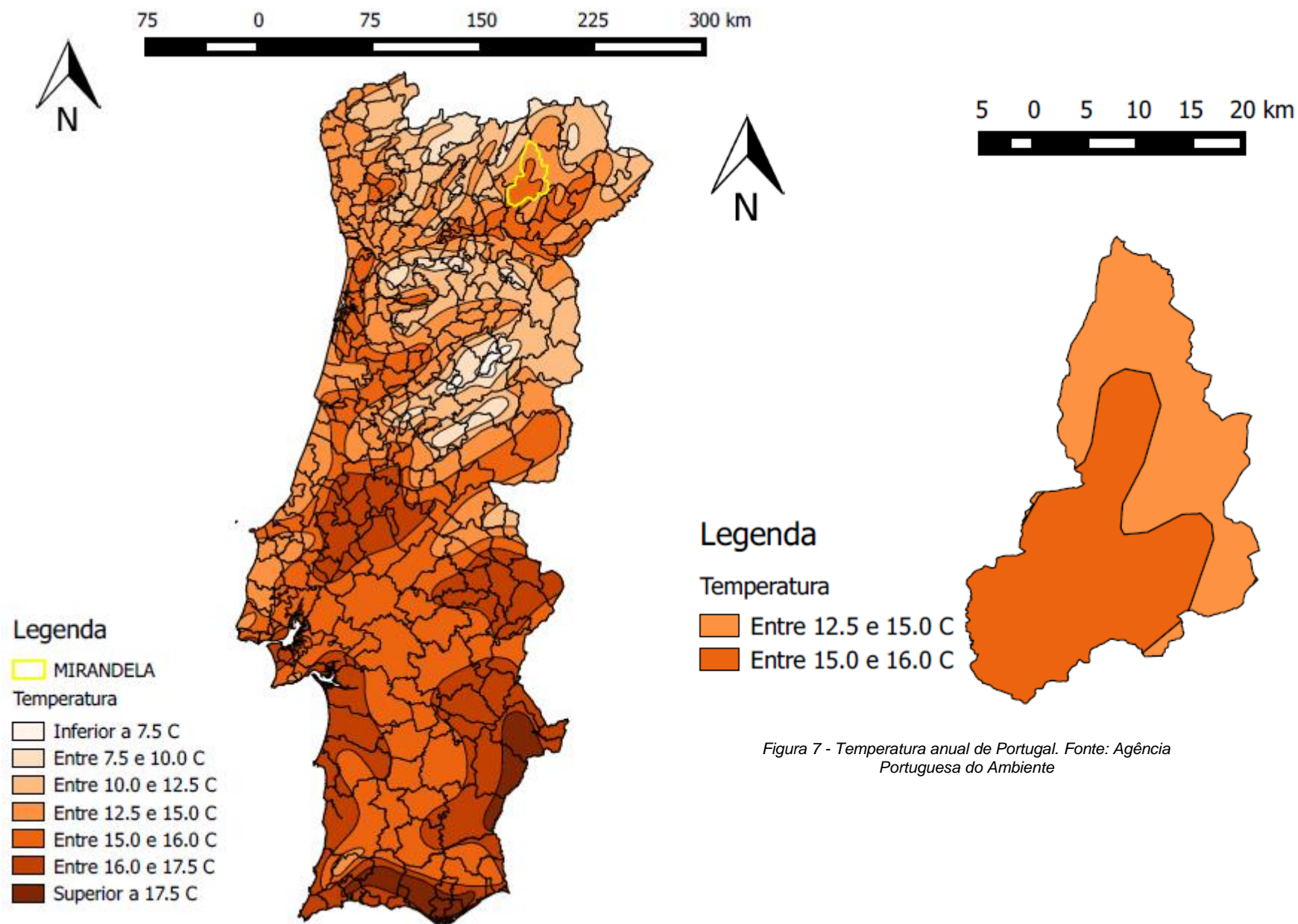
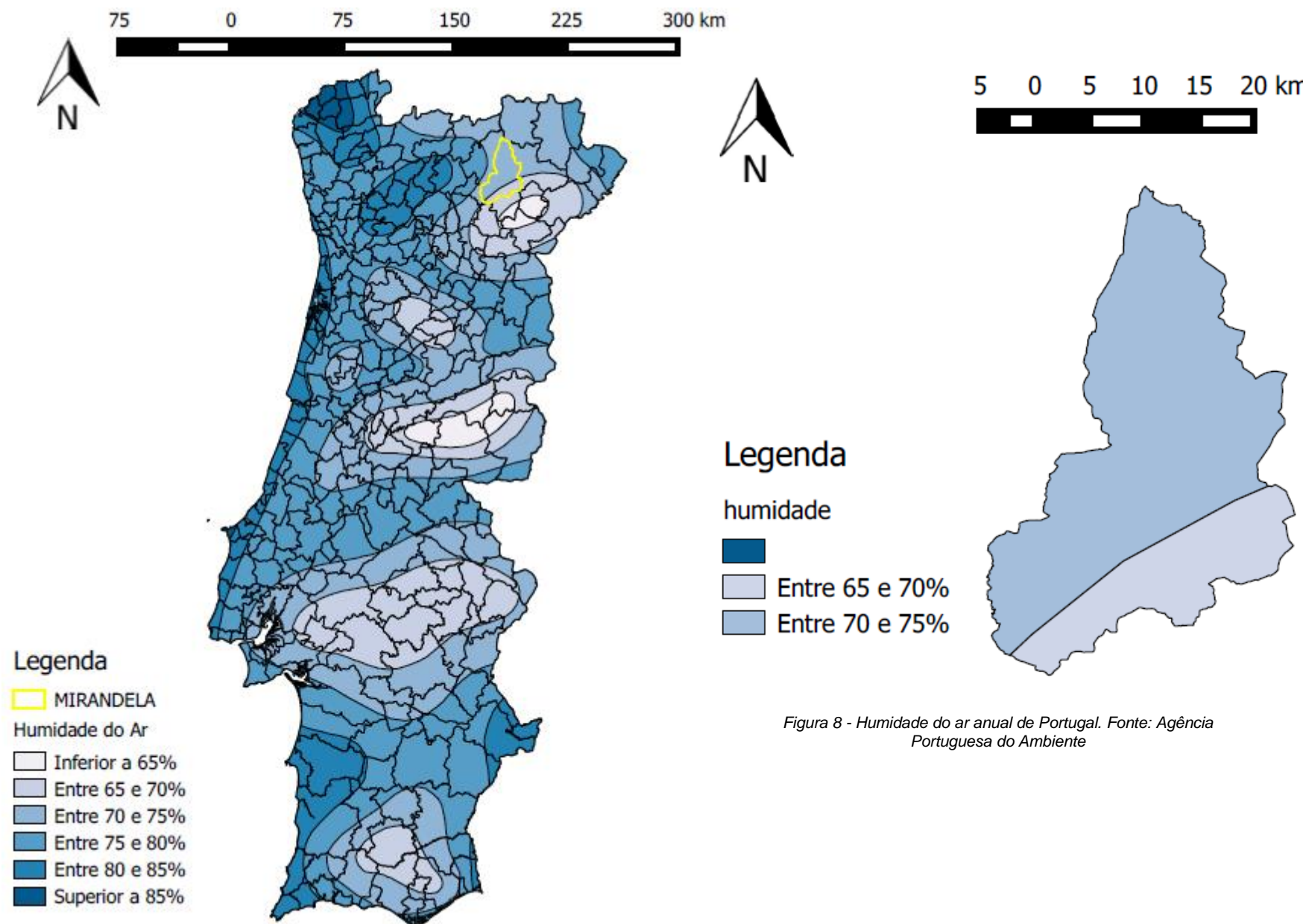
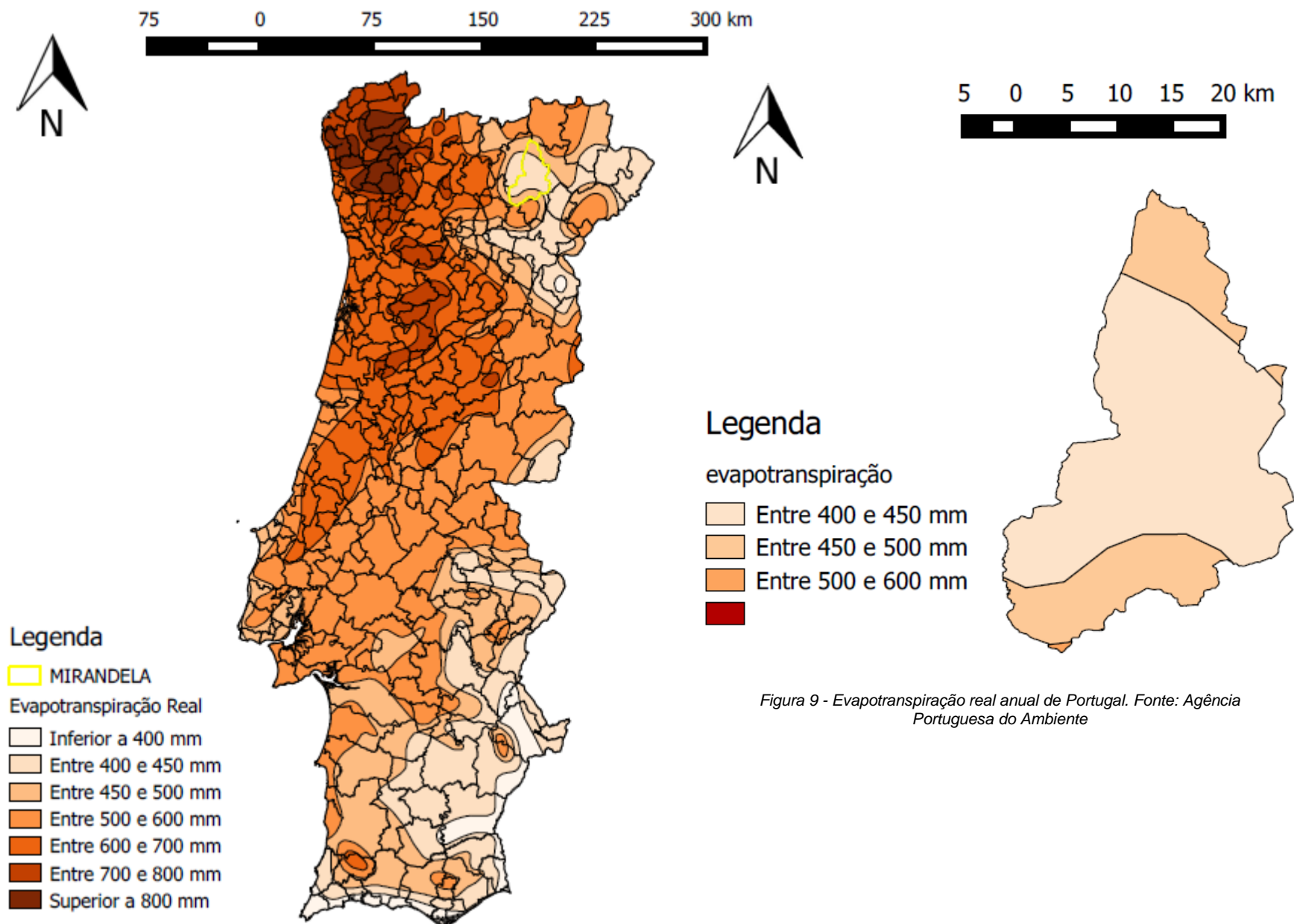


Figura 7 - Temperatura anual de Portugal. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente





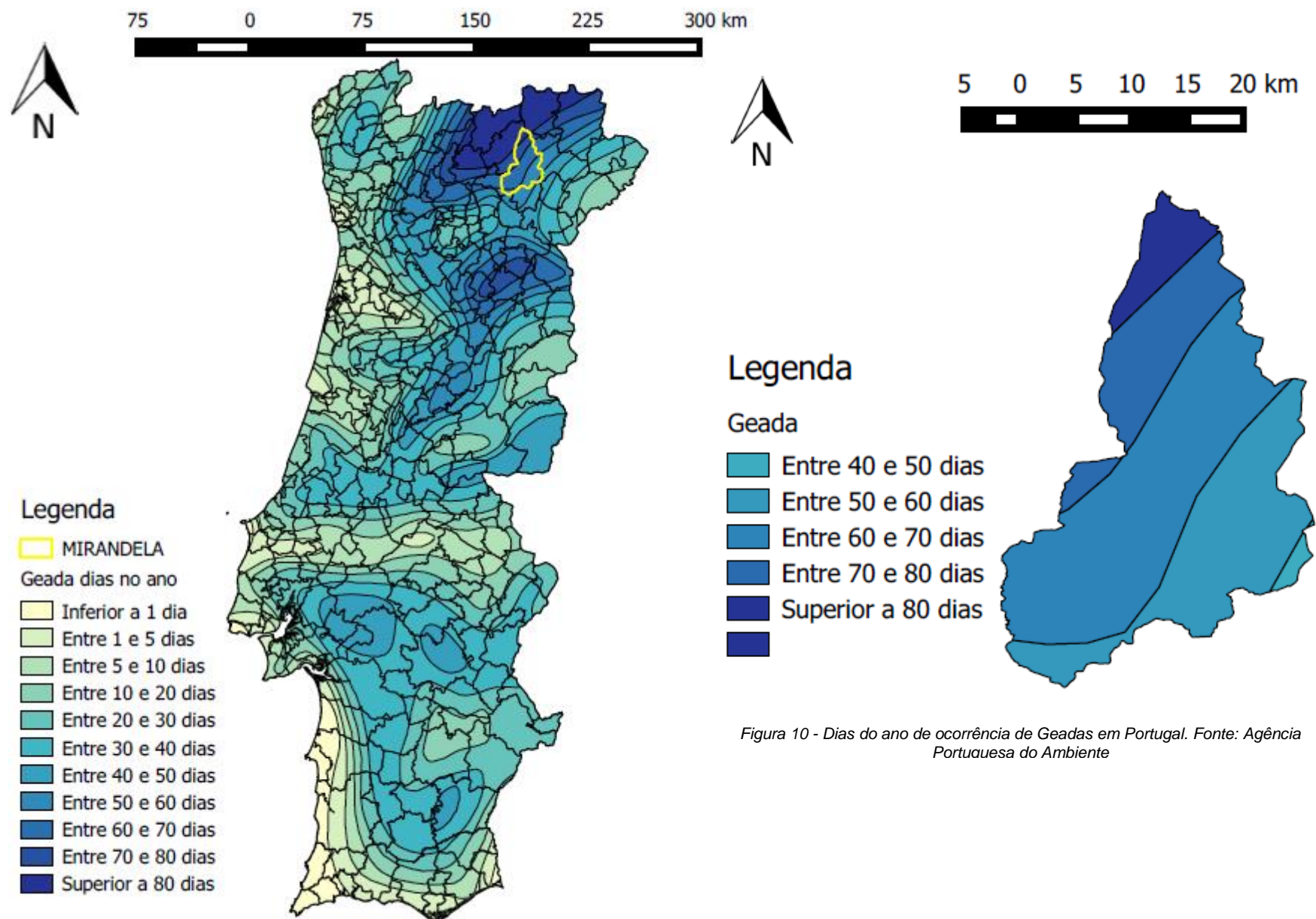


Figura 10 - Dias do ano de ocorrência de Geadas em Portugal. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente

2.2.3 Biogeografia e series de vegetação

Expõe-se na Figura 11 a carta das zonas fitogeográficas de Portugal. O território continental português distribui-se por duas regiões biogeográficas holárcticas: Região Euro siberiana e Região Mediterrânica.

A Região Mediterrânica, na que nos encontramos, é caracterizada por possuir um clima em que escasseiam as chuvas no Verão ($P > 2T$), podendo no entanto, haver excesso de água nas outras estações. Nesta Região, desde que o clima não seja extremamente frio (devido à altitude) ou seco, observam-se bosques e matagais de árvores e arbustos de folhas planas pequenas, coriáceas e persistentes (esclerofilas) – *durisilvae* - como sejam diferentes *Quercus* spp. do subgénero *Sclerophyllodris* (azinheira - *Quercus rotundifolia*, sobreiro - *Quercus suber* e carrasco - *Quercus coccifera*), a aroeira (*Pistacia lentiscus*), o folhado (*Viburnum tinus*), o zambujeiro (*Olea europaea* var. *Sylvestris*), a alfarrobeira (*Ceratonia siliqua*), o espinheiro-preto (*Rhamnus oleoides*), o sanguinho-das-sebes (*Rhamnus alaternus*), a palmeira-das-vassouras (*Chamaerops humilis*), o loureiro (*Laurus nobilis*), o aderno (*Phillyrea latifolia*), o lentisco-bastardo (*Phillyrea angustifolia*), etc [7].

Esta região engloba duas sub-regiões: Mediterrânica Ocidental e Mediterrânica Oriental. A primeira, está subdividida em três Superprovíncias: Mediterrânico-Ibero levantina, Mediterrânico Ibero atlântica e Italo-tirrenica. Dentro da Mediterrânico Ibero atlântica encontramos, no sector Lusitano – Duriense o superdistrito da Terra Quente, objetivo de estudo neste trabalho.

O Superdistrito da Terra Quente é o mais original dos distritos deste Sector. Ocupa os vales meso mediterrânicos do rio Douro e da respetiva rede de afluentes, a partir do vale do rio Tua. Inclui-se ainda neste Superdistrito uma pequena fração da parte terminal do canhão do rio Douro Internacional e a Serra dos Passos (andar supramediterrânico). O ombro clima varia de sub-húmido (húmido na referida serra) a seco na bacia de Mirandela, na bacia inferior do Rio Sabor e no Douro superior. Este território caracteriza-se pelos bosques climatófilos lusitano-durienses de sobreiro *Rusco aculeati-Quercetum suberis juniperetosum oxycedri*, na parte mais ocidental, em contacto com o Sector Orensano-Sanabriense já no distrito de Vila Real, está presente uma faixa longitudinal de *Rusco aculeati-Querceto suberis* S. As comunidades arbustivas subseriais mais comuns dos bosques lusitano-durienses de sobreiro e zimbro são os giestais heliófilos *Lavandulo-*

Cytisetum multiflorie o esteval endémico *Euphorbio (broteroi) oxyphyllae*-*Cistetum ladaniferae*. Menos comum é o esteval ombrófilo *Lavandulo sampaioanae*-*Cistetum populifolii*. Os bosques edafoxerófilos de azinheira são colocados no *Genisto hystricis*-*Quercetum rotundifoliae juniperetosum oxycedri*. O *Cytiso multiflori*-*Retametum sphaerocarpacee* o *Lavandulo sampaioanae*-*Cistetum albid* são duas comunidades arbustivas preferencialmente subseriais destes bosques. A comunidade arbustiva floristicamente mais original deste Superdistrito é o *Erico arboreae*-*Buxetum sempervirentis*(*Ericion arboreae*): endémica do leito de cheias nos vales mais apertados e profundos dos afluentes do rio Douro (andar Termo mediterrânico topográfico). Nos fundos de vale mais térmicos e secos instrui-se um espargueiral-zambujal da aliança *Asparago albi*-*Rhamnion oleiodis*. Quanto à vegetação arbórea higrófila é idêntica à do Superdistrito de Miranda-Bornes-Ansiães: nas linhas de água permanentes são constantes os amiais do *Scrophulario-Alnetum glutinosae*, enquanto nas linhas de água temporária surgem salgueirais do *Salicion salvifoliae*. Os freixiais da Terra Quente são hoje comunidades muito raras porque na sua grande maioria foram substituídos por prados, normalmente do *Gaudinio-Agrostietum*, e por sebes do *Rubo-Clematido campaniflorae* [8].

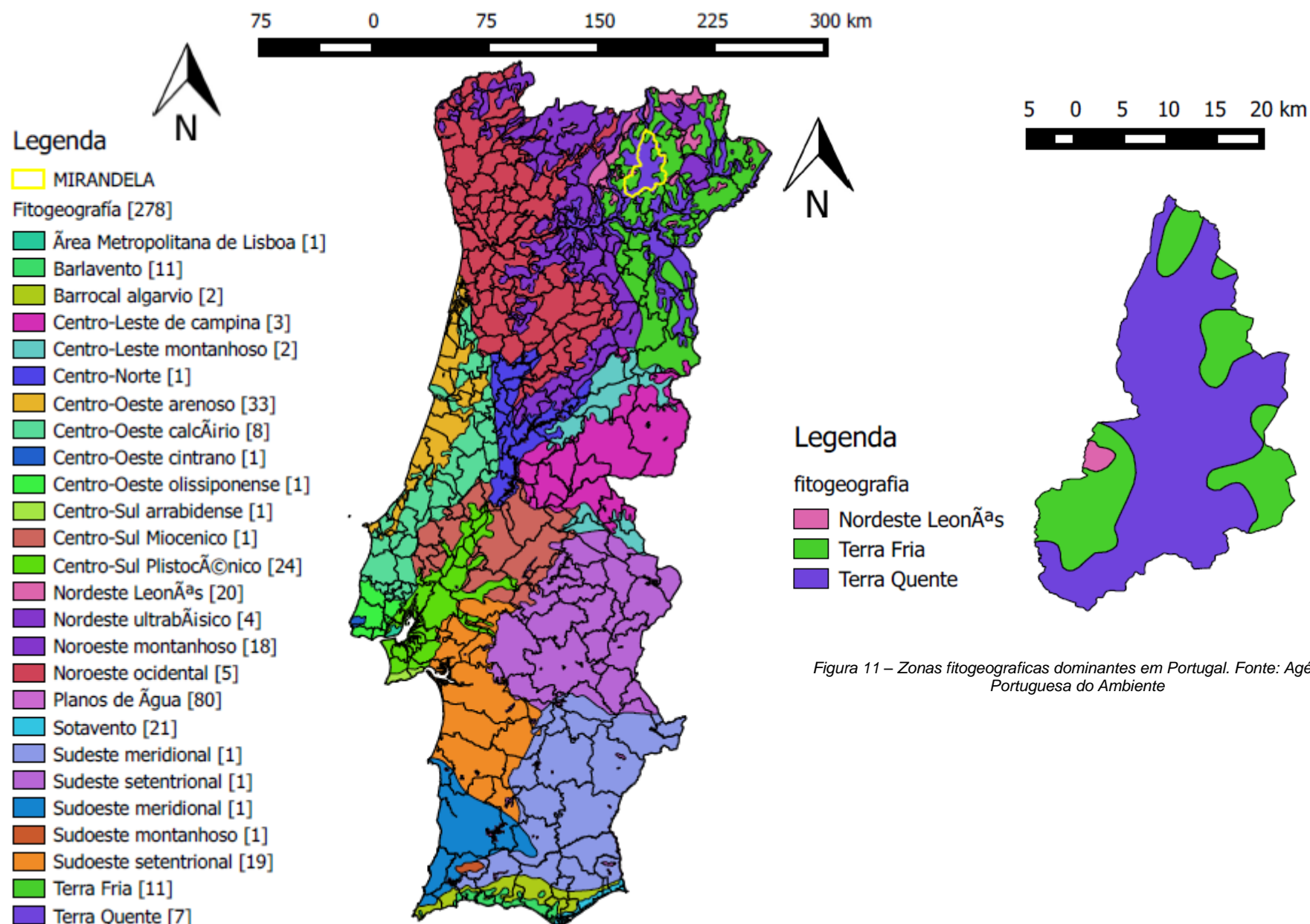


Figura 11 – Zonas fitogeográficas dominantes em Portugal. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente

2.2.4 Utilização da terra

O aproveitamento agrícola no Superdistrito da Terra Quente baseia-se na exploração cerealífera, principalmente trigo, mas também centeio, alternando a folha da seara com um pousio de um ou mais anos, a dedicar-se ao pastoreio; exploração intensiva de regadio nas terras baixas, em geral de dimensionamento reduzido, com destaque para as hortícolas e pequenos pomares; de destacar a importância do olival, ocupando extensão apreciável nalgumas zonas e ainda da vinha, esta sobretudo na sub-região Norte/Noroeste, e mais restritamente da amendoeira; pecuária ovina com acentuada expressão, em particular nas áreas de incidência cerealífera [8].

3 Materiais e métodos

3.1. Materiais

3.1.1 Software utilizado

Para a realização deste trabalho foi utilizado o *software* ArcGIS versão 10.3, produzido pela ESRI (Figura 12) e, ao qual tinha acesso para utilizá-lo durante o estágio curricular.

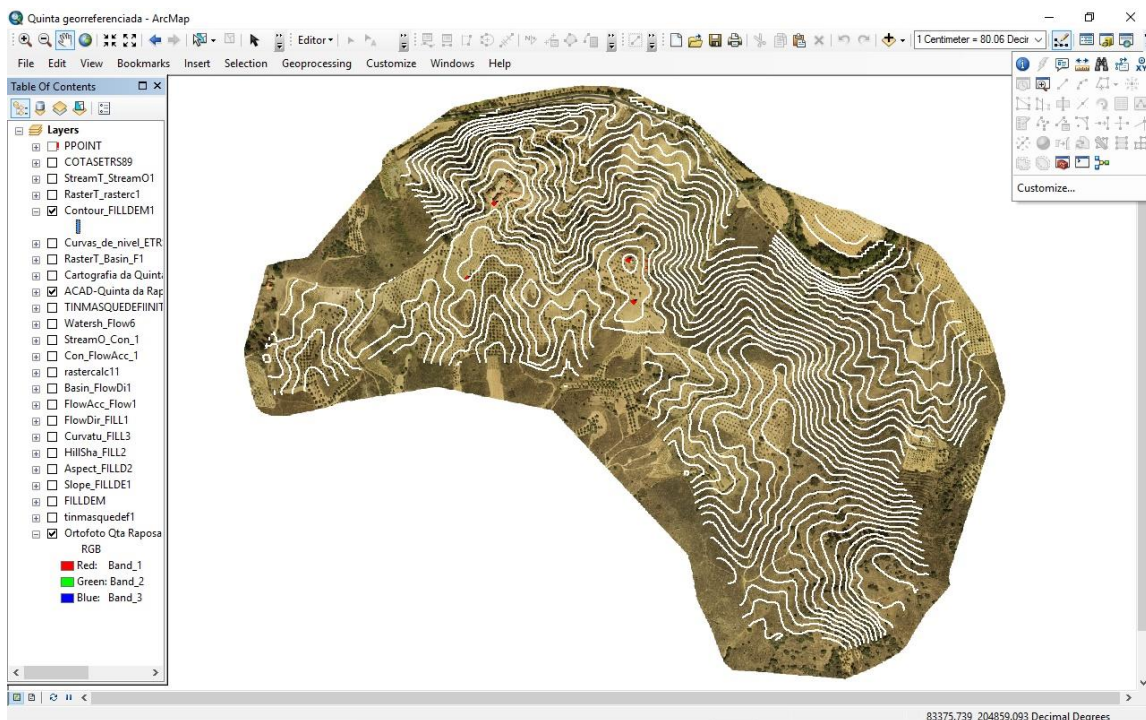


Figura 12 - Software Arcgis com representação das curvas de nível da Quinta da Raposa

O ArcGIS é um dos principais programas utilizados por profissionais de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), usado para várias áreas onde existe a necessidade de manipular, recolher e gerir dados geográficos. Este programa inclui diversas aplicações que permitem apoiar uma série de tarefas de SIG, tais como o mapeamento, a análise, a gestão de *geodatabases* e a partilha de informações geográficas. Esta plataforma baseia-se na estrutura de três aplicativos, sendo eles o *ArcMap*, *ArcCatalog* e *ArcToolbox*, permitindo o funcionamento de diversas tarefas, incluindo a gestão de dados geográficos, a análise espacial dos dados, a construção de cartografia, entre outros [6].

3.1.2 Informação de base

A *Mycotrend* cedeu informação vetorial correspondente à altimetria (curvas de nível e pontos cotados) fornecida pelo investidor da Quinta da Raposa (curvas de nível de equidistância igual a 10 m). Também foi fornecida uma ortofotografia do local. O sistema de coordenadas é ETRS 1989 UTM zona 29N. Com base nesta informação foi gerada uma Rede Triangular Irregular (*Triangulated Irregular Network* – TIN na terminologia inglesa), que por sua vez serviu de base para a elaboração de um Modelo Digital do Terreno (MDT) na forma de uma matriz regular de cotas e para a determinação de vários parâmetros biofísicos: Altimetria, Declives, Orientação das Encostas, Sombreamento, Escoamentos e Radiação Solar Global, todos eles em estrutura *raster* de malha quadrangular de 0.4 m.

Recorreu-se à empresa EYE2MAP para a obtenção da informação geográfica necessária para a georreferenciação da Quinta da Raposa. Para isto foi utilizado o equipamento GNSS S320, com uma precisão de 2 cm.

3.2 Métodos

3.2.1 Preparação dos solos

O preparo do solo divide-se em dois grupos: preparo inicial do solo e preparo periódico do solo. O preparo inicial consiste nas operações necessárias para criar condições de implementar determinada cultura, em áreas não utilizadas anteriormente com essa finalidade [9].

3.2.1.1 Desmatção

A primeiro procedimento a realizar na preparação do solo é a desmatção. A desmatção é uma operação que consiste na eliminação da vegetação existente na área, seja mata virgem ou suas formas de regeneração, ou, ainda, culturas perenes e semi-perenes,

recorrendo à desmatção mecânica realizada por meio do uso de bulldozers ou tratores; equipados com lâminas cortadoras frontais fixas ou anguláveis; destocadores com aríete frontal; entre outros dispositivos. Neste processo a vegetação existente no local será destroçada seguida de etapas de enleiramento no qual o material é amontoado em forma de leiras ou pilhas e em seguida faz-se o destocamento ou retirada das raízes que ficaram no solo. Dessa forma a área está pronta para receber outras operações tais como subsolagem, aração, gradagem entre outras que se faça necessário para deixar o solo em condições de cultivo [9].

Alguns fatores necessitam ser considerados para que o processo de desmatção seja econômico, preserve a qualidade do solo e que seja operacionalmente mais fácil fazê-lo, tais como:

- *Vegetação* - Um dos principais fatores a ser considerados, já que em função do seu reconhecimento, é escolhido o método a ser utilizado no processo de desmatamento, tempo necessário para desempenhar tal trabalho e custos envolvidos. Constitui-se na verificação do número e tamanho das árvores, densidade da vegetação, sistema radicular (formato das raízes), cepos, etc.
- *Finalidade* - Refere-se à função que o terreno possuirá, como rodovias, barragens, culturas, etc.
- *Topografia* - Os acidentes de topografia afetam e/ou limitam a utilização normal de determinados equipamentos.
- *Condições climáticas* - Afetam as operações desde o corte até a queima.
- *Especificação do trabalho* - Determinam o grau de desbravamento, prazos de execução e seleção adequada do equipamento.



Fotografia 1- Processo de desmatção com bulldozer 1



Fotografia 1- Processo de desmatção com bulldozer 2



Fotografia 3- Processo de desmatção com bulldozer 3

3.2.1.2 Ripagem

A principal causa da redução do crescimento e produtividade no ambiente mediterrânico é o stresse hídrico. Nestas situações, um sistema radicular bem desenvolvido tem um papel relevante, para assegurar uma adequada absorção de água e de nutrientes. O desenvolvimento radicular, embora condicionado pelas características genéticas das espécies e do ambiente climático, é muito condicionado pelas características físicas, químicas e biológicas do solo.

A ripagem é a operação que se destina a provocar o rompimento dos horizontes do solo em profundidade de forma a facilitar o desenvolvimento radicular das plantas, sem produzir alterações na respetiva disposição. O número de dentes a utilizar no *ripper* e o seu comprimento devem ser escolhidos em função das características do solo. A ripagem deve ser localizada e efetuada segundo a curva de nível, de forma a reduzir o risco de erosão.

No presente caso de estudo foi preciso fazer o processo de ripagem e o processo de escarificação, devido à grande quantidade de xisto fraccionado na superfície. O processo de escarificação ajudou à nivelação do terreno [10].



Fotografia 4 - Processo de ripagem com bulldozer 1



Fotografia 5 - Processo de ripagem com bulldozer 2



Fotografia 6 - Processo de ripagem com bulldozer 3



Fotografia 7 - Processo de escarificação com trator



Fotografia 8 - Processo de escarificação finalizado

3.2.1.3 Correção do pH – Calagem

Em áreas que não necessitam de calagem, a amostragem para fins de indicação de fertilizantes poderá ser feita logo após a maturação fisiológica da cultura anterior àquela que será instalada. Caso haja necessidade de calagem, a retirada da amostra tem que ser feita de modo a possibilitar que o calcário esteja incorporado pelo menos três meses antes da sementeira.

Na retirada de amostra do solo com o objetivo de caracterizar a sua fertilidade, o interesse é pela camada arável do solo que, normalmente, é a mais intensamente alterada, seja por arações e gradagens, seja pela adição de corretivos, fertilizantes e restos culturais. A amostragem deverá, portanto, contemplar essa camada, ou seja, os primeiros 20 cm de profundidade.



Fotografia 9 - Armazenamento do calcário para o seu uso na correção dos solos



Fotografia 10 - Processo de calagem com trator 1



Fotografia 11 - Granulometria do calcário



Fotografia 12 - Carregamento do trator com o calcário 1



Fotografia 13 - Carregamento do trator com o calcário 2



Fotografia 14 - Processo de calagem com trator 2



Fotografia 15 - Processo de calagem com trator 3



Fotografia 16 - Processo de calagem finalizado



Fotografia 17 - Terreno 2 meses após a calagem 1



Fotografia 18 - Terreno 2 meses após a calagem 2



Fotografia 19 - Terreno 2 meses após a calagem 3

3.2.1.4 Fertilização do solo

A fertilidade é a característica que mais evidencia o valor agronómico do solo. Ela define a capacidade do solo em fornecer nutrientes às plantas em quantidades e proporções adequadas para a obtenção de grandes produtividades, e pode ser modificada pelo homem com certa facilidade, para se adequar às exigências da planta cultivada.

Os nutrientes do solo são perdidos naturalmente por retirada e exportação pela parte colhida da planta, por lavagem do perfil do solo através da água da chuva (lixiviação), por arraste de partículas (erosão), por imobilização pelos organismos e por fixação pelas partículas do solo. Por isto, após sucessivos cultivos, o rendimento das culturas diminui muito devido à modificação da fertilidade do solo, principalmente do decréscimo nos teores de matéria orgânica (MO), N, P, K, Ca e Mg; porém, a fertilidade é uma capacidade do solo que pode ser conduzida em condições ideais pela intervenção do homem, através da calagem e da adubação [11].

No nosso caso, a adubação foi feita com o corretivo agrícola orgânico NUTRIMAIS, proveniente da compostagem de matérias-primas separadas na origem obtendo assim a certificação para a agricultura de modo de produção biológica. As matérias-primas utilizadas no processo de fabrico do NUTRIMAIS são:

- Produtos hortofrutícolas;
- Restos de alimentos criteriosamente selecionados em restaurantes, cantinas e estabelecimentos similares;
- Resíduos de exploração florestal (troncos, ramagens, folhagem) e resíduos verdes (flores, relvas, podas, etc.);
- Materiais que já não estão próprios para consumo humano ou processamento (frutas e legumes, lacticínios, em estado sólido, panificação; não inclui massas frescas);
- Materiais lenhosos.

3.2.2 Caracterização biofísica

3.2.2.1 Morfologia

Em primeiro lugar foi efetuada uma caracterização morfométrica elementar da bacia hidrográfica em estudo, tendo sido determinados os seguintes parâmetros: área,

perímetro, comprimento da linha de água principal, comprimento total das linhas de água, altitude média, altitude mínima, altitude máxima e densidade de drenagem.

A densidade de drenagem exprime a relação entre o comprimento total dos cursos de água de uma bacia e a área total da mesma. Este índice dá indicação da eficiência da drenagem natural de uma bacia e consequentemente a tendência para a ocorrência de cheias [12]. Foi, em seguida, realizada uma caracterização biofísica da área em análise. Com as curvas de nível e pontos cotados foi gerada uma TIN que serviu de suporte para a elaboração de um MDT em estrutura *raster* de malha quadrangular de 0,4 m. Toda a cartografia temática de natureza física foi derivada a partir deste MDT, nomeadamente o declive, a orientação de encostas, sombreamento, bacias hidrográficas, escoamentos e radiação solar.

3.2.2.1 Altimetria

O relevo é um parâmetro fundamental para a interpretação e estudo de um território. Pode ser caracterizado em diferentes modelos de dados:

- Tema vetorial de linhas, representando curvas de nível, linhas de água e festos; tema vetorial de pontos, representando pontos cotados. Estes temas são geralmente designados por Altimetria;
- Modelo Rede Triangular Irregular, em que as entidades são triângulos num espaço 3D definidos pelas três coordenadas de cada um dos seus vértices. Partindo do conhecimento das coordenadas tridimensionais destes três pontos é calculada uma equação do plano que contém cada triângulo. Conhecida esta equação, é possível calcular a altitude de todos os locais situados no interior e na fronteira desse triângulo. Este modelo é gerado a partir da Altimetria;
- Modelo *raster*, em que as entidades são pixéis que correspondem a valores de altitude;
- Modelo vetorial de polígonos (também denominado Hipsometria), em que as entidades são polígonos que correspondem a classes de altitude.

A partir das curvas de nível e pontos cotados da Cartografia da Quinta da Raposa à escala 1:10.000 foi gerada uma TIN.

Na triangulação para elaboração da TIN não foram incluídas as linhas de festo. Com base na TIN foi elaborado um MDT em estrutura *raster* de malha quadrangular de 0,4 m.

A carta de Altimetria foi elaborada com base em 5 classes, de 234.1 m até 379.9 m.

3.2.2.2 Declive

O declive é uma das variáveis fundamentais para os estudos sobre qualquer tema relacionado com a morfologia do território, uma vez que é o principal elemento restritivo às atividades humanas e aos processos físicos [13]. Este é o fator determinante nas taxas de perda de solo, portanto um ótimo descritor da morfologia do território. Na análise do risco de erosão do solo o declive constitui um dos mais importantes parâmetros morfológicos a considerar [14].

Com base no MDT em estrutura *raster* foi gerado o declive, expresso em percentagem, usado no cruzamento com os *rasters* do uso do solo. Foram definidas 6 classes (Tabela 3) para o declive expresso em percentagem, tendo em consideração a relação entre o declive e a aptidão para o espaço edificado, agrícola ou silvícola [15].

Tabela 3 - Classes de declive

Classes	Descrição
0 – 7 %	Plano
7,1 – 13,9 %	Muito suave
14 – 20,9 %	Suave
21 – 27,8 %	Moderado
27,9 – 38,4 %	Alto
38,5 – 41,7 %	Muito alto

3.2.2.3 Orientação das encostas

A orientação das encostas assume grande significado ecológico, pois determina diretamente a radiação solar recebida e portanto a temperatura e a humidade do solo e, consequentemente, o tipo de ocupação vegetal. A carta de orientação das encostas permite diferenciar, relativamente à insolação, a melhor localização para as várias atividades humanas, nomeadamente a construção de habitações ou equipamentos.

Com base no MDT em estrutura *raster* foi gerado um mapa de orientação das encostas. As classes adotadas são as seguintes: plano, norte, nordeste, noroeste, sul, sul-este, sul-oeste, este e oeste.

3.2.2.4 Sombreamento

A função “*Hillshade*” obtém a iluminação hipotética de uma superfície, de elevação, para determinação dos valores de iluminação para cada pixel em um *raster*. Este processo é efetuado através da criação de uma posição de uma fonte de luz hipotética e calcula os valores de iluminação de cada píxel em relação aos píxeis vizinhos.

A posição angular do sol ou Azimute foi definido segundo o padrão de 315°, medido em sentido horário a partir do norte, ou seja, 45° a noroeste. Para a altitude é inserida a inclinação do sol, em graus, em relação ao horizonte, de 0° a 90° sendo o padrão 45°.

3.2.2.5 Bacias hidrográficas

A metodologia utilizada nesse processo subdividiu-se em quatro etapas, sendo: preenchimento de depressões (“*fill sinks*”), direção de fluxo (“*flow direction*”), fluxo acumulado (“*flow accumulation*”), delimitação de bacias (“*Watershed*”) e rede de drenagem (“*Stream Link*”) [16].

Preenchimento de depressões

As falhas no MDT caracterizam-se por áreas rodeadas por elevações com valores de cotas superiores, semelhantes a uma depressão. O preenchimento dessas pequenas depressões é o primeiro tratamento dado à matriz de altitudes. Essas depressões ou “*sinks*” são consideradas empecilhos ao escoamento durante a aplicação de modelos hidrológicos, sedimentológicos e de poluentes de origem difusa.

Direção de fluxo

A direção de fluxo define as relações hidrológicas entre pontos diferentes dentro de uma bacia hidrográfica. A continuidade topológica para as direções de fluxo é, consequentemente, necessária para que uma drenagem funcional possa existir. As conexões hidrológicas de direção de fluxo entre dois pontos em uma superfície não são as mesmas que aquelas baseadas em distância Euclidiana.

Fluxo acumulado

O fluxo acumulado é um parâmetro que indica o grau de confluência do escoamento e pode ser associado ao fator comprimento de rampa aplicado em duas dimensões. O fluxo acumulado, também denominado área de captação, apresenta obtenção complexa, manual ou computacional, uma vez que reúne, além de características do comprimento de

rampa (conexão com divisores de água a montante), também a curvatura horizontal (confluência e divergência das linhas de fluxo) [17].

Delimitação de bacias

O delineamento de microbacias é favorecido, significativamente, pelo processo denominado como ADD [17], uma sobreposição de camadas criteriosas da curvatura horizontal (para realce da drenagem e divisores de água) a classes de orientação de vertentes.

As faixas de drenagem e divisórias de água, convertidas em vetores, são alvos de análises clássicas do terreno em que se busca a delimitação de zonas homólogas para fins de mapeamento geológico, geomorfológico e pedológico. A delimitação das bacias é realizada processando os mapas de direção de fluxo e fluxo acumulado na função “*Watershed*”.

Após a delimitação das bacias hidrográficas foi utilizado a ferramenta “Stream Link” para a geração da rede de drenagem.

3.2.2.6 Radiação solar

A radiação solar é de importância vital para os seres vivos, influenciando um grande número de processos biológicos e a distribuição das comunidades vegetais. A distribuição dos diferentes tipos de comunidades vegetais à superfície da Terra está intimamente relacionada com a quantidade total de energia solar incidente, uma vez que este parâmetro influencia diretamente a temperatura anual.

A quantidade de energia solar incidente numa determinada zona da superfície terrestre depende, em primeiro lugar, da latitude a que essa zona se encontra, da altura do ano e ainda da hora do dia. Por outro lado, a morfologia do terreno tem uma influência importante na quantidade de energia que atinge um determinado ponto da superfície, pelo facto do relevo determinar a extensão do céu visível e proporcionar a ocultação da superfície em relação ao Sol (criação de sombras). Assim, o declive e a orientação são parâmetros a integrar na determinação da Radiação Solar. As condições atmosféricas, principalmente a nebulosidade, também influenciam a quantidade de energia solar incidente na superfície terrestre [18].

A Radiação Solar Global (direta + difusa) foi calculada com recurso ao MDT em estrutura *raster*, através do *software Solar Analyst* (extensão ao *ArcView*) que entra em conta com

a latitude da zona em estudo. Considerou-se importante a determinação da radiação recebida ao longo de um ano, em Wh/m^2 , por ser um parâmetro de importância vital para as espécies vegetais, quer dos ecossistemas naturais, quer dos cultivados. A Radiação Solar Global foi determinada entrando em conta com a nebulosidade ou seja, considerou-se um valor da transmitância da atmosfera de 50%. Esta correção poderá, no entanto ser efetuada, se forem conhecidos os valores da nebulosidade média para as várias zonas da área de estudo.

3.2.3 *Design Keyline*

O sistema *Keyline* é um método de planeamento desenvolvido por Percival Alfred Yeomans, um engenheiro de minas Australiano. A aplicação deste sistema traduz-se numa eficiente gestão e aproveitamento da água da chuva na paisagem, seja esta uma pequena parcela agrícola, uma bacia hidrográfica, ou uma região inteira. Através dos processos de gestão da água, permite o controlo dos fogos florestais, a melhoria dos solos agrícolas e de pastagem e a redução dos custos energéticos [26].

Todas as paisagens naturais têm zonas mais baixas, de acumulação de água (vales), e zonas mais altas, de secura (cumeadas). A implantação deste sistema nos terrenos agrícolas ou florestais compreende o desenho de curvas de ligeiro desnível, descendo a partir das zonas de acumulação de água mais elevadas, até às zonas de secura mais abaixo em cota. Estas curvas representam as linhas de plantação ou de sementeira e são feitas com um equipamento desenvolvido para evitar o reviramento do solo superficial e criar pequenas galerias subterrâneas, 5 cm abaixo da zona de solo arável (solo explorado pelas raízes das plantas). Isto permite aumentar a absorção de água da chuva, bem como a deslocação desta de locais de acumulação, onde muitas vezes provoca erosão, para locais onde esta naturalmente nunca permaneceria muito tempo. Permite também o arejamento desta zona do solo e a penetração das raízes 5 cm mais abaixo. Este arado, chamado arado *Keyline* ou arado Yeomans, é utilizado apenas duas vezes por ano, uma na primavera e outra no Outono, o que significa que em cada ano a profundidade de solo aumenta 10 cm. Em solos pobres, secos e delgados, em 5 anos pode-se obter um solo com 50 cm de profundidade. Qualquer agricultor sabe que isto não é de desprezar. Neste arado podem ainda ser acoplados equipamentos de sementeira e fertilização, que permitem que, numa única passagem, se faça o trabalho de melhoria do solo, a sementeira e a fertilização. A aplicação do sistema *Keyline* permite ainda planear a localização de

charcas e barragens, nos locais de cota mais elevada e nunca em rios ou ribeiras, usando os princípios do sistema para aumentar a área de captação dessas charcas.

A partir destas, em terreno desnivelado, é possível regar por gravidade culturas e pastagens, ou evitar os fogos florestais por alagamento do terreno situado a cota inferior. Nas quintas de Yeomans, desenhadas na Austrália entre 1950 e 1960, assim como nas propriedades de muitos outros agricultores, o sistema continua a demonstrar resultados positivos. Desde o início deste milénio, com a perceção que os agricultores começaram a ter da destruição dos seus solos e do aumento dos encargos com adubos e pesticidas, o interesse neste método aumentou significativamente. Nos últimos 10 anos, milhões de hectares em todo o mundo foram convertidos a este sistema, com especial ênfase nos Estados Unidos e na Austrália. A obtenção de efeitos imediatos no aumento de produção, bem visível logo após a primeira passagem do arado, não é alheia a este desenvolvimento.

O sistema *Keyline* é atualmente uma ferramenta fundamental de planeamento num movimento mundial denominado Agricultura Regenerativa, que reúne agricultores de várias partes do globo, empenhados na recuperação e melhoria de solos agrícolas e florestais e na regeneração de todos os sistemas naturais [27].

De forma a perceber melhor o processo de delimitação de marcos de plantação e preciso descrever os seguintes conceitos base:

- **Vale:** É tipicamente uma área de baixa altitude cercada por áreas mais altas, como montanhas ou colinas.
- **Cume:** ponto de uma superfície que é mais elevado em altitude que todos os pontos imediatamente adjacentes a ele.
- **Keypoint:** É o local onde ocorre uma mudança de maior a menor declive e pode-se marcar com um ponto. Este ponto é chamado o “*ponto-chave*”, “*ponto de inflexão*” ou “*keypoint*”.
- **Keyline:** A curva de nível que passa pelo ponto-chave é denominada “*linha chave*” ou “*Keyline*”. É a base para o desenvolvimento do desenho hidrológico do terreno.

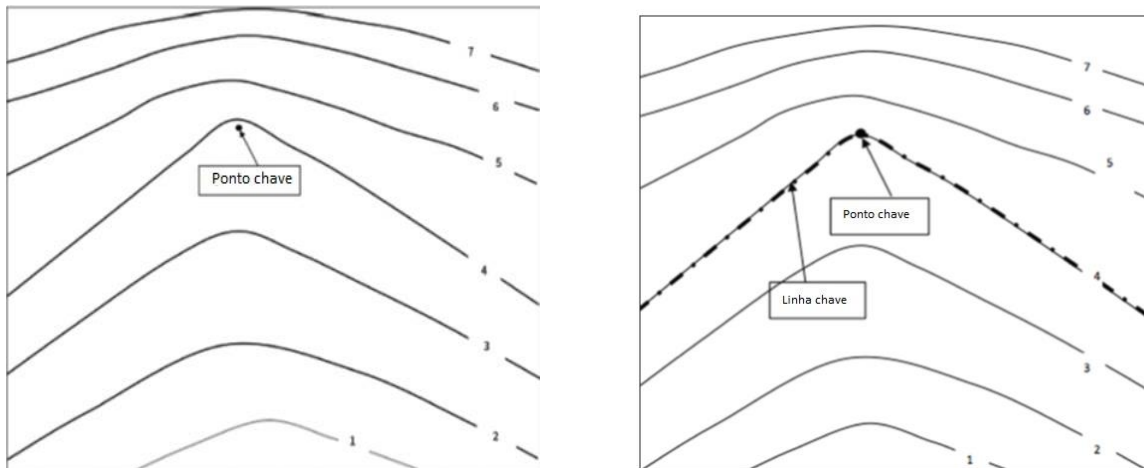


Figura 11 - Localização do ponto-chave e da linha chave (Keyline)

Etapa 1 (Figura 14):

1. Marcar a ultima curva de nível do cume primária.
2. Desenhar linhas para definir os extremos dos vales primários (tracejado rosa).

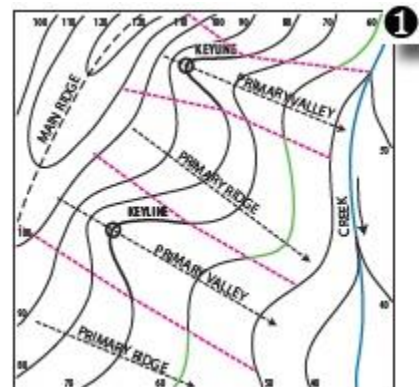


Figura 12 - Etapa 1 do processo de design Keyline

Etapa 2 (Figura 15):

1. Desenhar linhas acima e paralelas ao cume primário até encontrarem o fim da linha chave.
2. Desenhar linhas abaixo e paralelas à linha chave até se encontrarem com as linhas do cume primário.
3. Ajustar ambas linhas até elas se encontrarem.

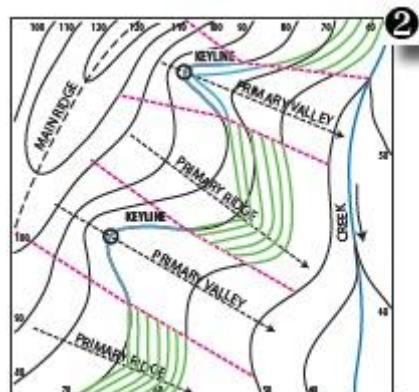


Figura 15 - Etapa 2 do processo de desing keyline

Etapa 3 (Figura 16):

1. Juntar todas as linhas de *Keyline* e de cumee primária em conjunto para formar uma linha contínua (tracejada preta).

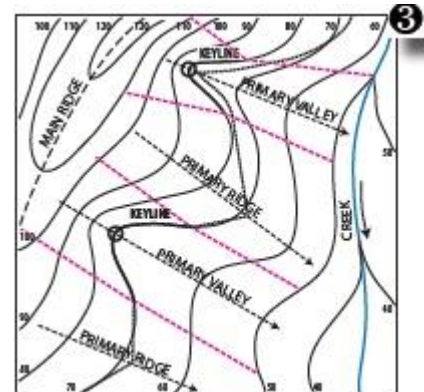


Figura 16- Etapa 3 do processo de design keyline

Etapa 4 (Figura 17):

1. Desenhar linhas paralelas equidistantes ambas acima e abaixo da orientação contínua tracejada (verde).

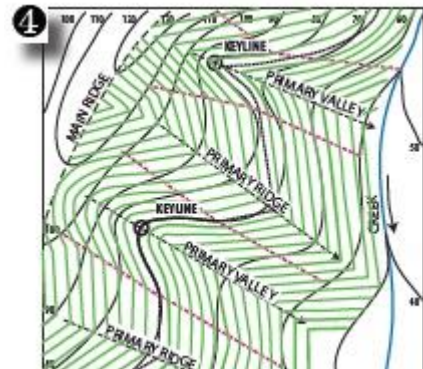


Figura 17 - Etapa 4 do processo de design keyline

Etapa 5 (Figura 18):

1. Definir os limites da área (vermelho) e os limites da plantação (rosa)
2. Recortar as linhas de plantação sobrantes (verde)



Figura 18 - Etapa 5 do processo de design keyline

Etapa 6 (Figura 19):

1. Eliminar os limites da plantação (rosa).
 Este é o esquema do padrão de cultivo
Keyline completado.
2. Ajustar o espaçamento entre linhas de acordo
 com a escolha de sistema.

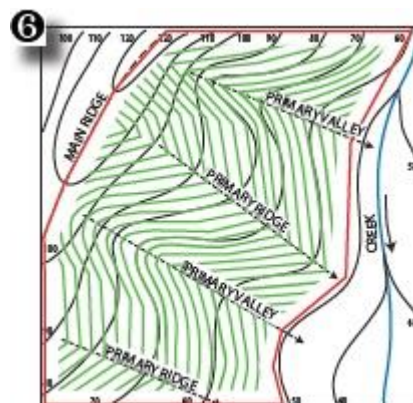


Figura 19 - Etapa 6 do processo de *design keyline*

O desenho do traçado estará completo quando não puder ser mais simplificado sem que sua funcionalidade seja afetada. Um bom desenho é conveniente e confortável para as pessoas que o terão que implementar; as linhas deverão ser equidistantes e tão longas e retas quanto possível, sem viradas nem trechos íngremes. Diferentes padrões deverão migrar facilmente entre si. As linhas guia, a partir das quais serão feitos os deslocamentos dos diferentes padrões, deverão ser poucas e de traçado simples para fácil marcação no terreno.

Algumas encostas podem ser muito íngremes para cultivo com maquinaria, usando “*Linha-Chave*”. O declive é um dos principais motivos para que um cultivo seja feito a 90°, perpendicular aos níveis do terreno, em encostas íngremes. Dessa forma a maquinaria pode girar nas áreas mais planas, tanto acima como abaixo da encosta. Em geral, quando o declive supera os 20° pode-se ter que recorrer a um padrão diferente de traçado que seja mais conveniente aos operadores de máquina. Ao adotar a geometria de *Linha-Chave*, onde o terreno for mais íngreme, os padrões poderão ser feitos mais planos; e onde o terreno for mais plano, os padrões poderão ser feitos razoavelmente mais inclinados [28].

Na altura de implementar um padrão de plantação é preciso conhecer a quantidade de árvores que vai permitir estabelecer cada um dos *designs* que vão ser utilizados. Nas Figuras 20,21 e 22 ficam representados os cumprimentos das linhas de plantação em percentagem. A Tabela 7 faz uma comparação entre os diferentes designs tendo em conta a equidistância das linhas, potencial de erosão, quantidade de água no cume, densidade

da cultura, drenagem da água, arejamento, estética das culturas e o potencial de simetria [26].

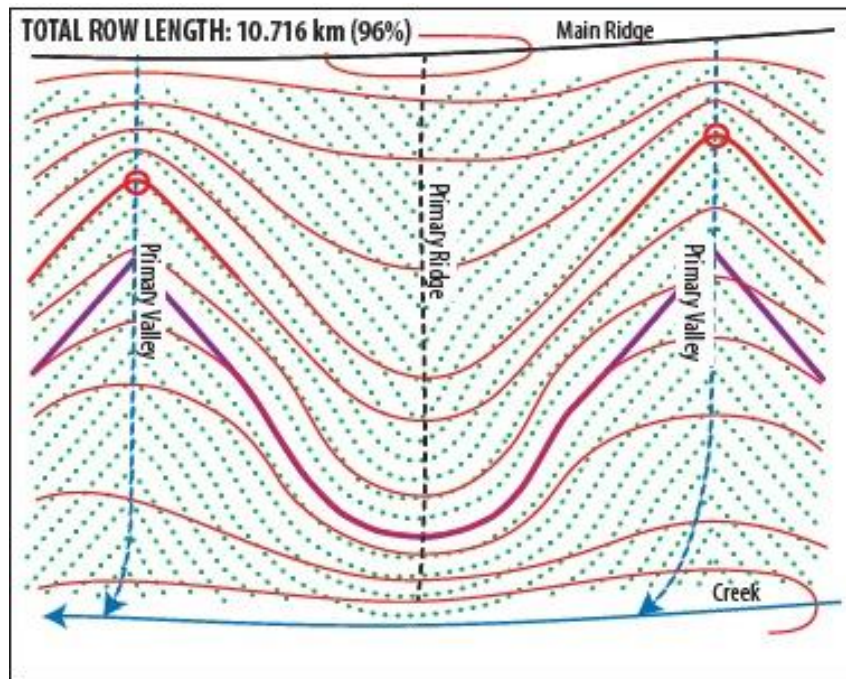


Figura 20- Comprimento total das linhas de plantação com *design keyline*

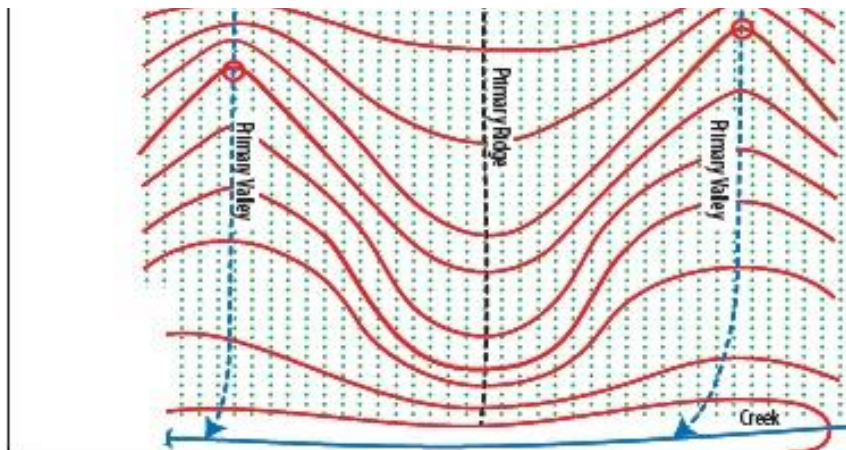


Figura 21 - Comprimento total das linhas de plantação com design tradicional ortogonal

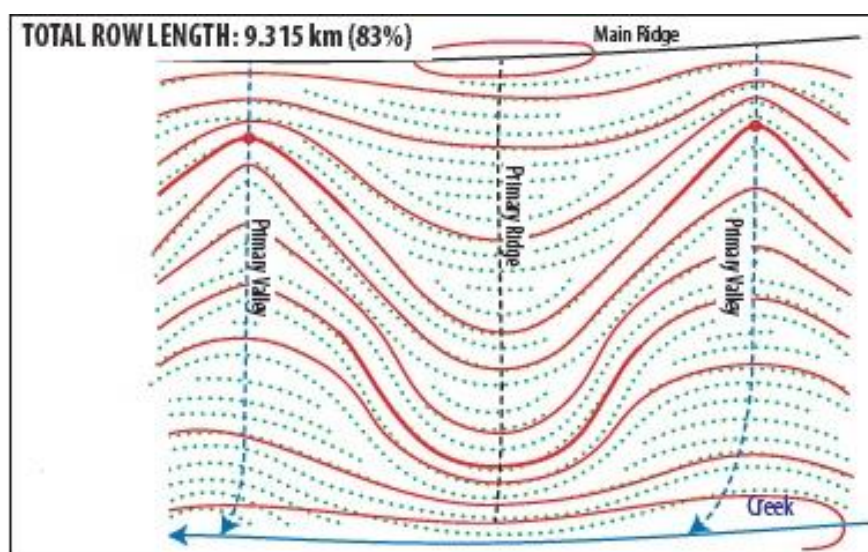


Figura 22 - Comprimento total das linhas de plantação com o design keyline simplificado

Tabela 4- Comparação entre os diferentes designs

	Row Equidistance		Erosion Potential		Water on Ridge		Crop/Stem Density		Drains Water		Drains Air		Aesthetics		Symmetry Potential		Weighted Score (out of 280)	Percentage Score
Weighting	5		5		5		5		3		2		2		1			
Contour	0	0	8	40	6	30	7	35	8	24	2	4	10	20	0	0	153	55%
Standard Grid	10	50	0	0	0	0	10	50	0	0	10	20	3	6	10	10	136	49%
Mosaic	0	0	5	25	5	25	9	45	5	15	5	10	10	20	0	0	140	50%
Keyline	10	50	10	50	10	50	9	45	10	30	7	14	10	20	10	10	269	96%

4. Resultados e discussão

4.1 Caracterização biofísica

4.1.1 Morfometria

Apresentam-se na Tabela 8 os dados referentes à caracterização morfométrica da bacia hidrográfica da Quinta da Raposa e na Figura 23 a Rede Hidrográfica. Trata-se de uma bacia de pequena dimensão (107 hectares de área).

A altitude média é de 293 m. A densidade de drenagem é de 5,81 km km⁻², o que revela uma bacia hidrográfica muito bem drenada e portanto, eventualmente sujeita a cheias [12].

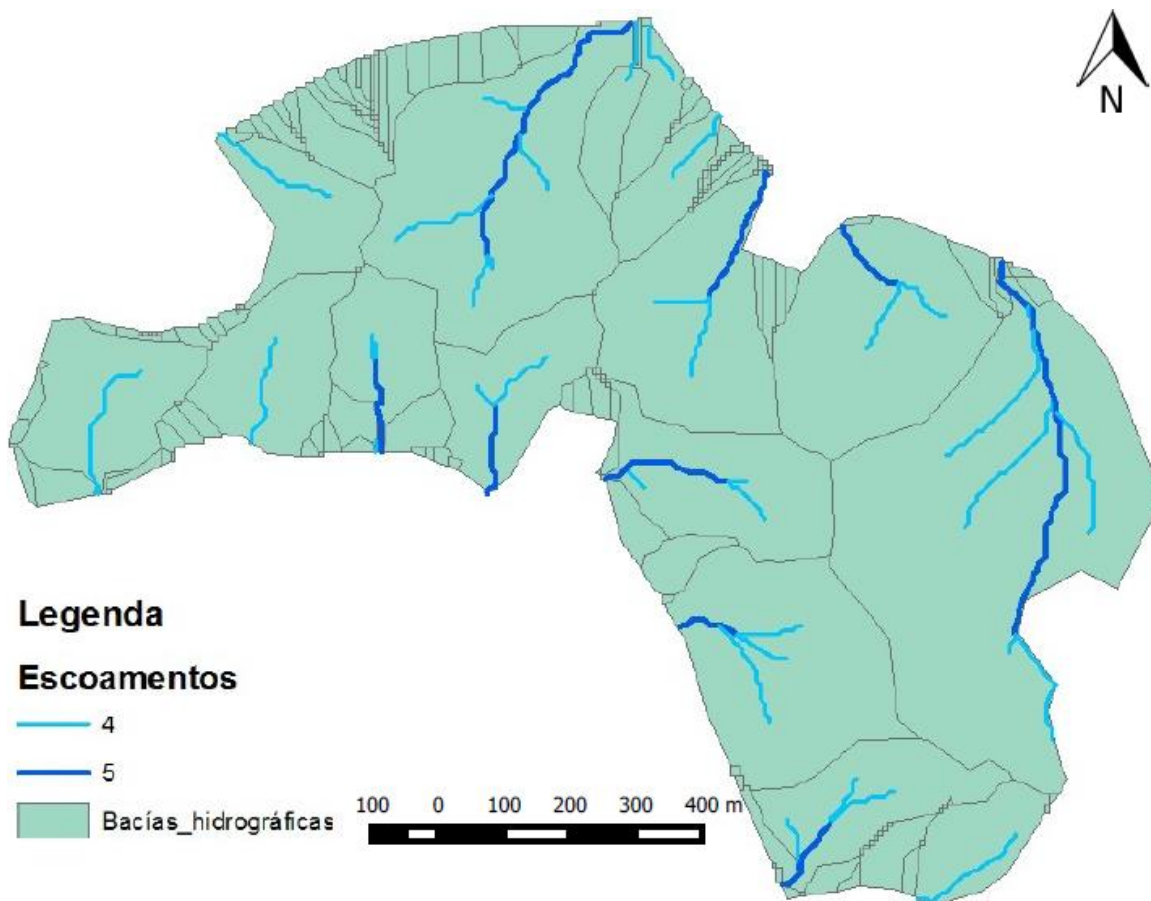


Figura 23 – Carta das bacias hidrográficas e comprimento das principais linhas de água da Quinta da Raposa

Tabela 5 - Parâmetros morfológicos da Quinta da Raposa

Parâmetros	Valor
Área (ha)	107,1229
Perímetro (m)	5736
Altitude media (m)	293
Altitude máxima (m)	388
Altitude mínima (m)	228
Densidade de drenagem (km/km ²)	5,81
Comprimento das linhas de água (m)	6226

4.1.2 Altimetria

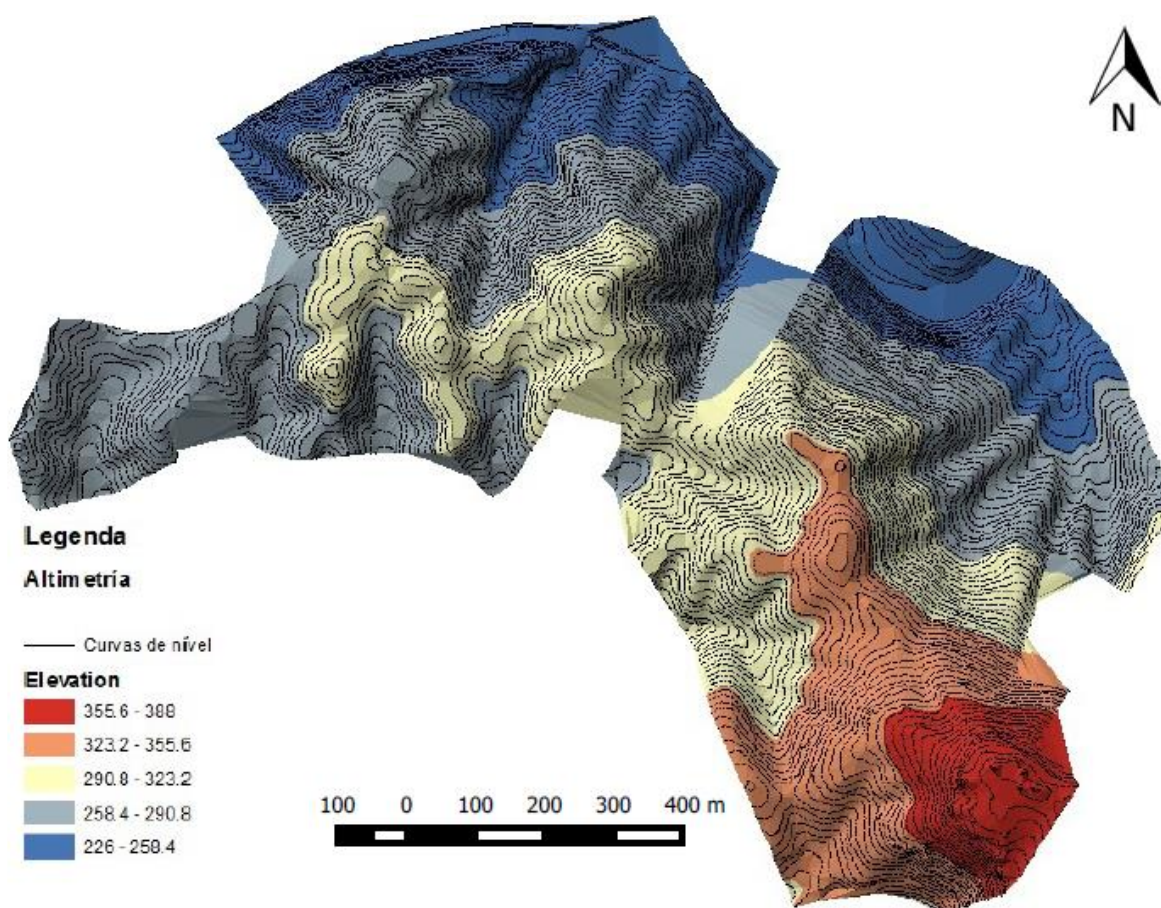


Figura 24 - Modelo Digital do Terreno (MDT) da Quinta da Raposa

Apresenta-se na Figura 24 o Modelo Digital do Terreno (MDT) da Quinta da Raposa. Na bacia hidrográfica as cotas variam entre 226 - 388 m, sendo a altitude média de cerca de

293 m. Na zona sudeste a altitude toma os valores mais elevados (355.6 – 388 m), na zona central valores intermédios (298.8 – 323.2 m) e na zona norte os valores mais baixos (226 – 258.4 m).

No Gráfico 1 apresentam-se as áreas relativas em percentagem das diferentes classes de altimetria. A classe de altimetria com maior representatividade é a classe de valores intermédios – baixos (258.4 – 290.8 m) que ocupa uma grande parte da área de estudo (37%), seguindo-se a classe 290.8 - 323.2 m (26%). As classes 323.2 – 355.6 m e 226 – 258.4 m praticamente ocupam a mesma área, 14% e 19% respetivamente. A classe altimétrica com menor representatividade corresponde à classe com os valores mais elevados (cerca de 5%).

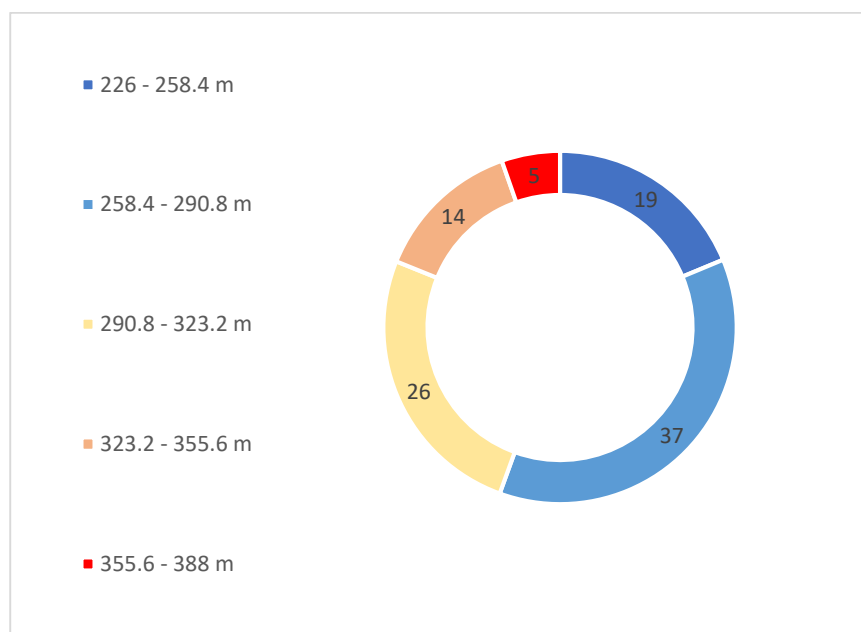


Gráfico 1 - Áreas relativas (%) das diferentes classes de Altimetria

4.1.3 Declives

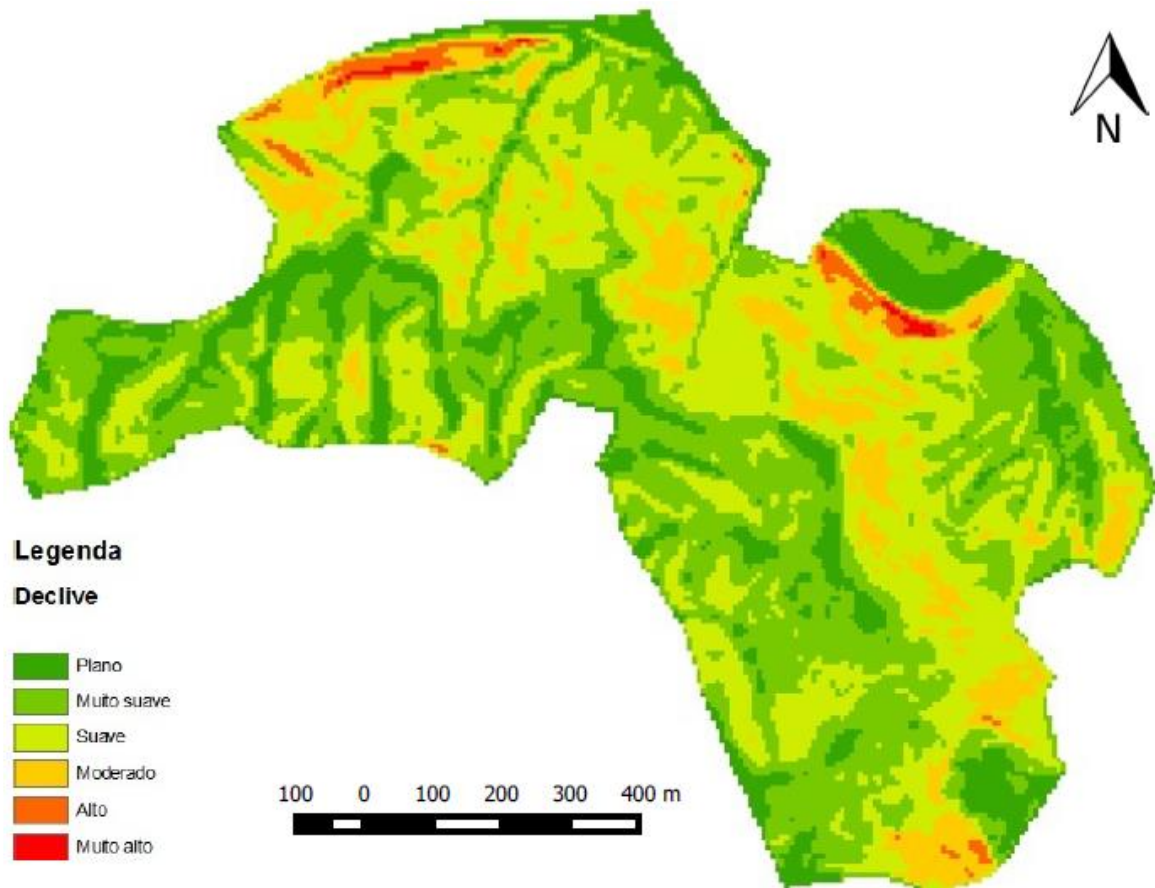


Figura 25 - Carta de declives reclassificada em seis classes

Através da análise da Figura 25 e do Gráfico 2 pode observar-se que as classes mais representativas de declives são as classes correspondentes aos declives baixos - moderados (7.1-13.9% e 14-20.9%) que ocupam cerca de 72% da bacia. A classe correspondente ao declive moderado – alto representa cerca do 11% da bacia, e as classes correspondentes aos declives muito altos só representam um 1.8% da superfície da bacia.

O declive é um fator determinante na altura de estabelecer as plantações agroflorestais já que influencia o sucesso do trabalho da maquinaria agrícola, tendo em conta que em encostas superiores a 20 – 22% de declive o trator tem sérias dificuldades para desempenhar as suas funções. Neste ponto temos várias opções de gestão:

- Nas encostas mais íngremes a melhor opção é a de estabelecer culturas florestais. As culturas florestais precisam menos manutenção, a largura entre linhas de

plantação é maior e usam maquinaria diferente as culturas agrícolas. É importante a correta gestão das áreas com maior declive, pois estão sujeitas a uma maior erosão do solo.

- Nas encostas mais suaves estabeleceram-se as culturas agrícolas, com uma largura entre linhas de plantação mais reduzida e com uma manutenção muito mais intensa ao longo do ano.

O declive também influencia a preparação do solo. Nas zonas com declive maior o melhor processo de preparação do solo é a escarificação (menor movimentação da camada superior de terra), e nas zonas com declives mais suaves é utilizada a ripagem, com diferentes profundidades.

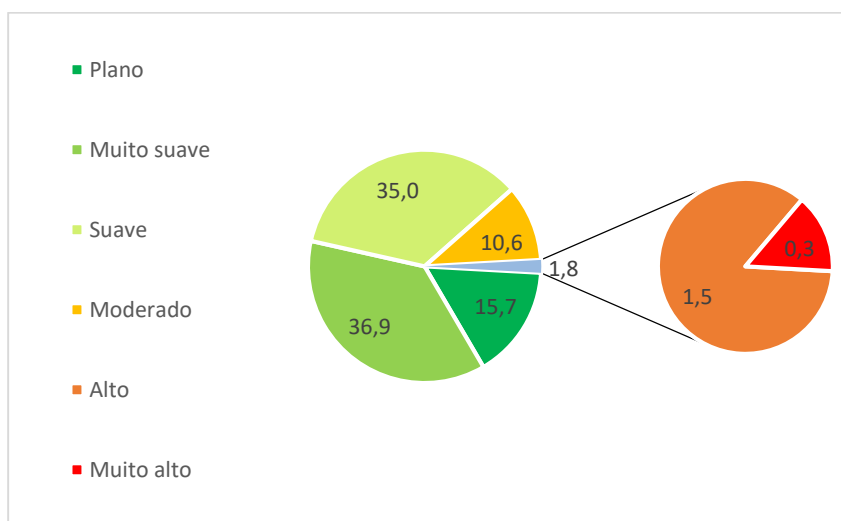


Gráfico 2 - Áreas relativas (%) das diferentes classes de Declive

4.1.4 Orientação das encostas

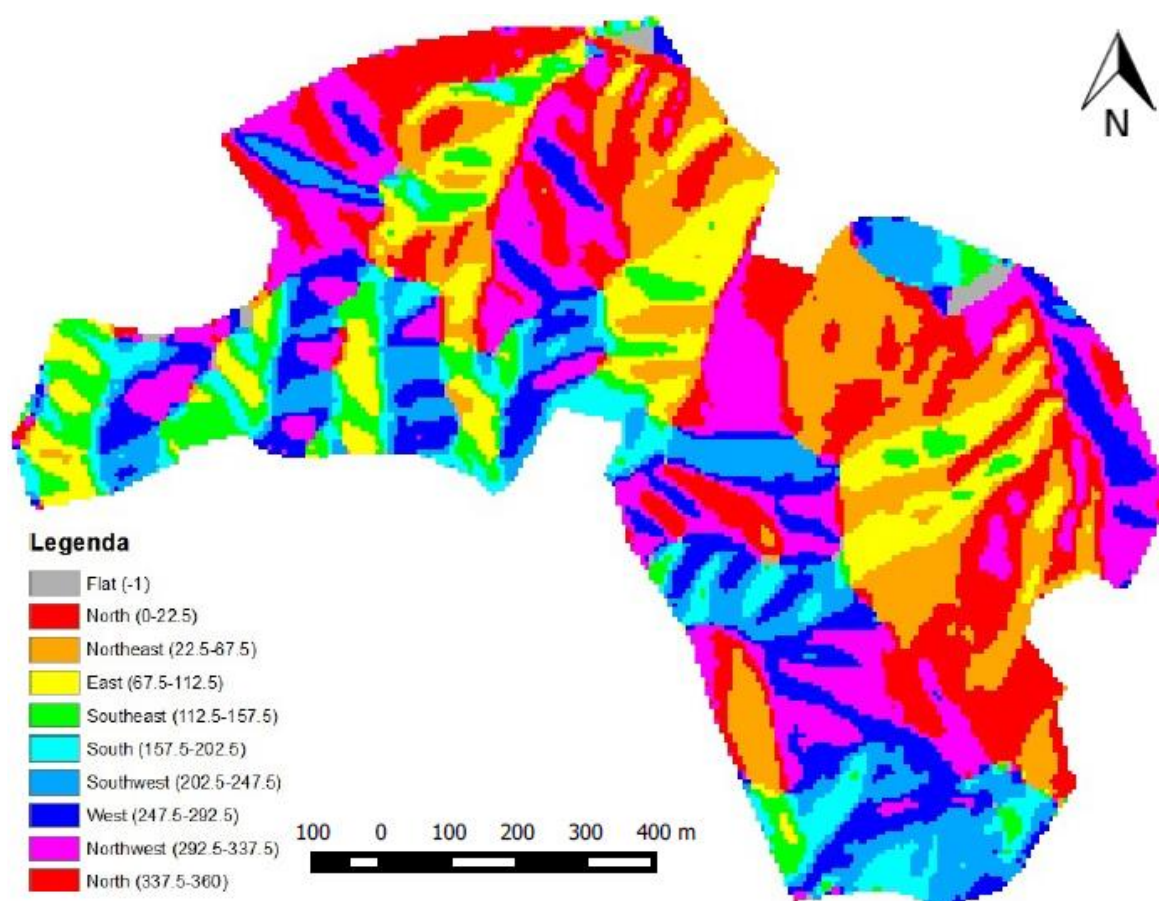


Figura 26 - Carta de orientações da Quinta da Raposa

Constata-se, através da análise da Figura 26 e do Gráfico 3, que na bacia hidrográfica em estudo predominam as orientações norte (19.5%), noroeste (16.7%) e nordeste (16.4%) que, em conjunto, perfazem praticamente metade da bacia. Ou seja, dominam as orientações que recebem uma menor quantidade de radiação solar, portanto mais frias. As áreas expostas a sul (6.4%), sudoeste (10.8%) e sudeste (6.5%) ocupam cerca de 25% da bacia e são as áreas com maior exposição a radiação solar, portanto mais quentes.

A localização das culturas é claramente influenciada pela orientação das encostas. Neste caso, as culturas com maior densidade foliar (aveleira e figueira) foram colocadas nas zonas mais quentes, viradas ao sul, obtendo assim uma maior quantidade de matéria orgânica no solo e diminuindo a perda de humidade. As culturas com menor densidade foliar (amendoeira) foram colocadas na parte norte.

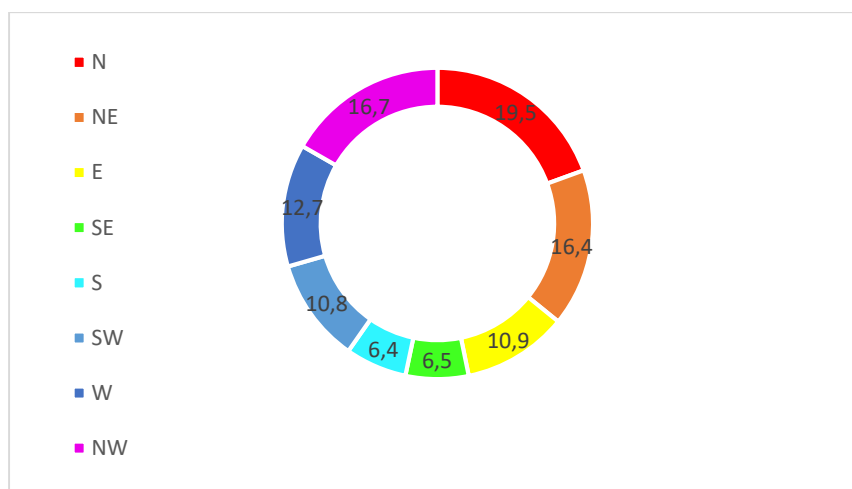


Gráfico 3 - Áreas relativas (%) das diferentes classes de Orientação das Encostas

4.1.5 Sombreamento do relevo

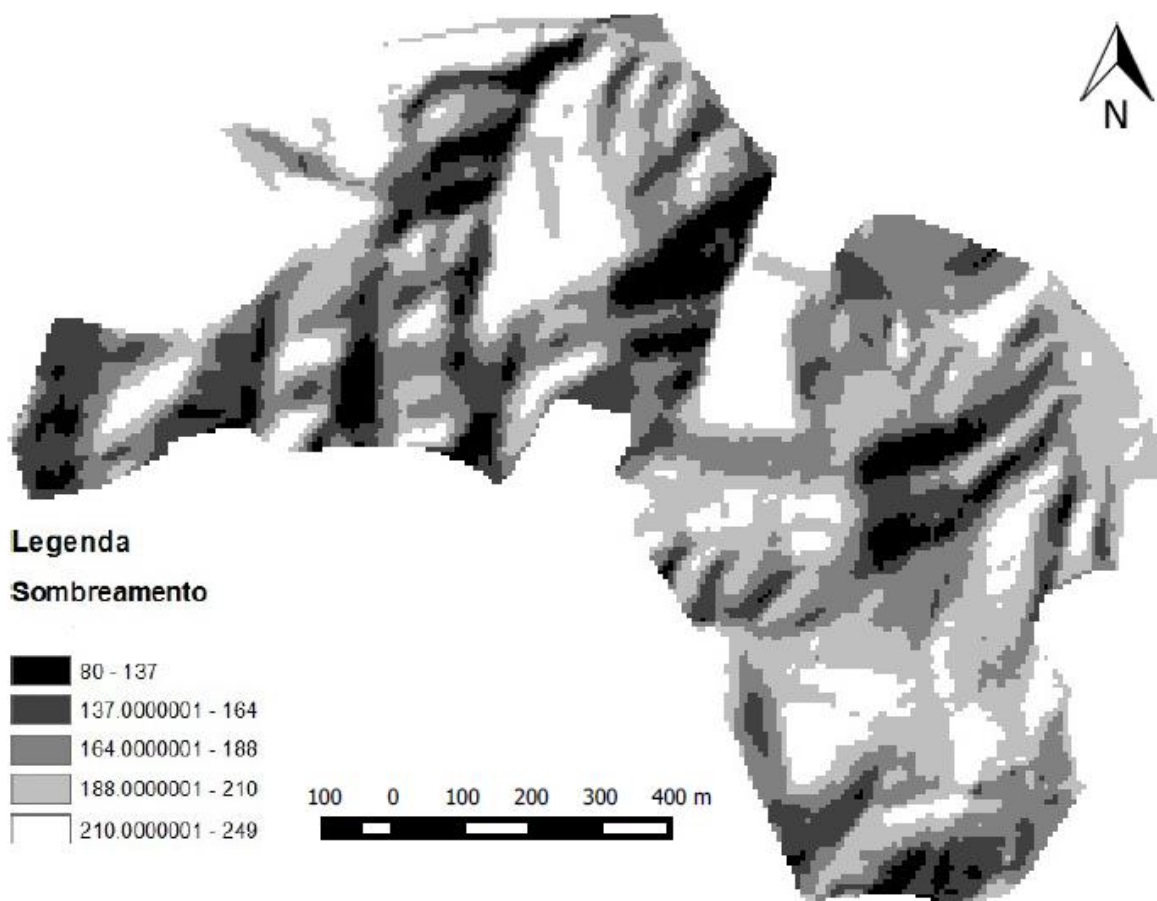


Figura 27 - Carta de sombreamentos da Quinta da Raposa reclassificada em cinco classes

O sombreamento, para além das orientações das encostas, pode nos dar uma ideia das zonas com uma maior retenção de humidade na área de estudo. Como referem a Figura 27 e o Gráfico 4 as zonas do terreno viradas para o norte – nordeste, quase um 25%, são as que mais quantidade de horas de sombra acumulam ao longo do ano. No entanto, perto do 50% das áreas se encontram bem iluminadas e por tanto recebem uma maior quantidade de radiação solar ao longo do ano.

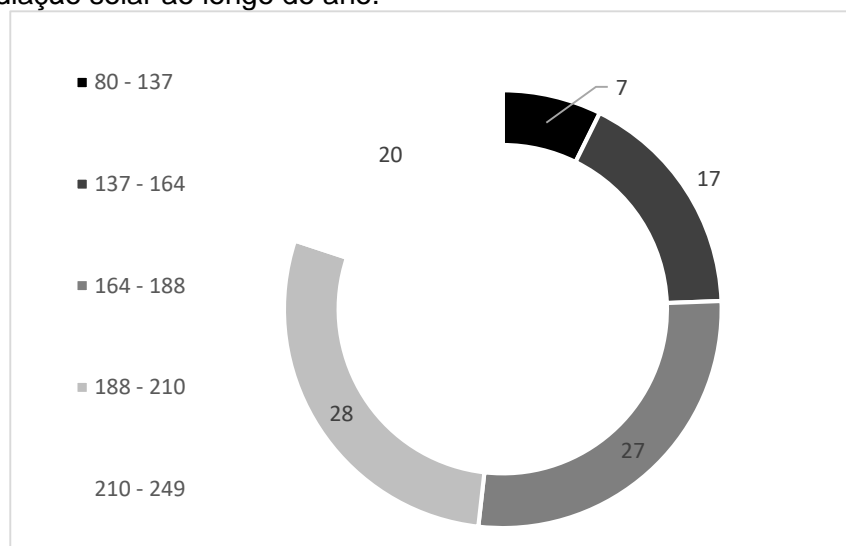


Gráfico 4 - Áreas relativas (%) das diferentes classes de Sombreamento

4.1.6 Bacias hidrográficas/ Escoamentos

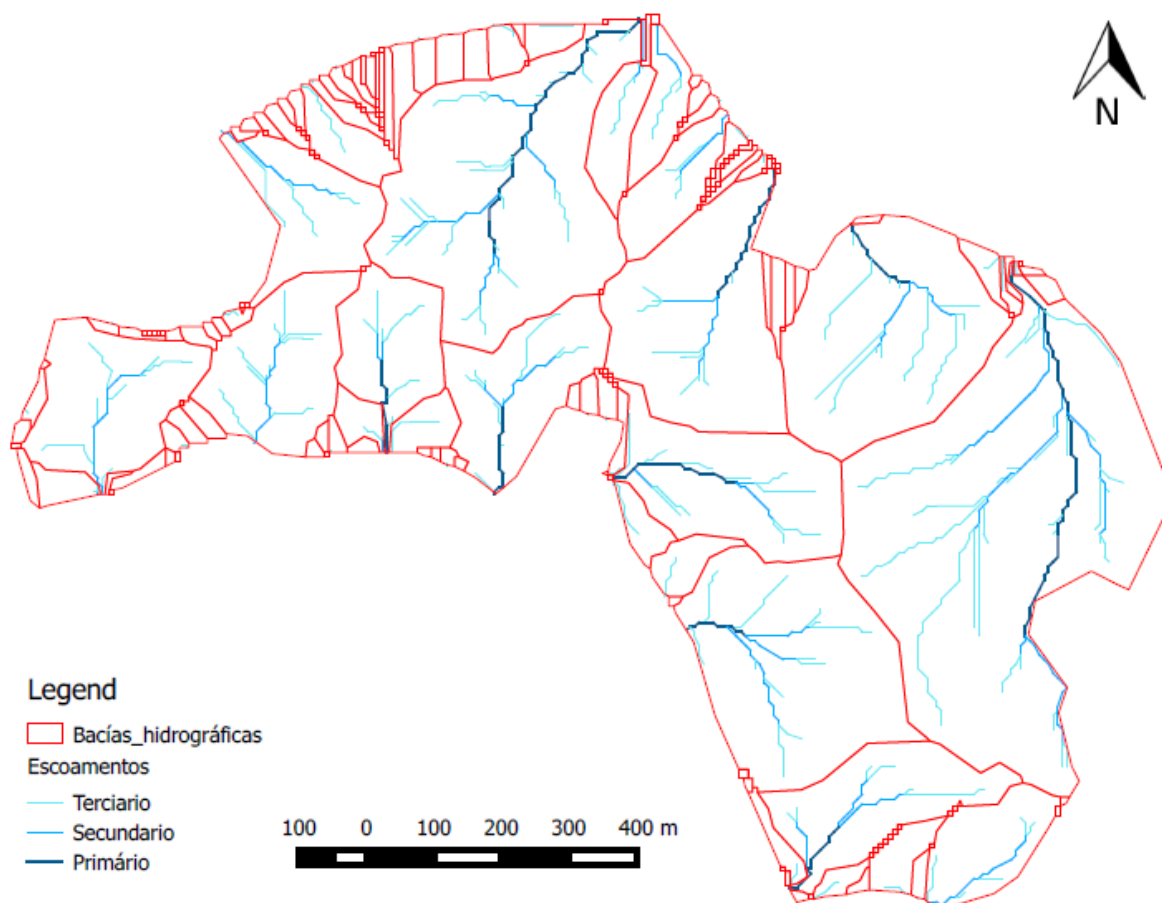


Figura 28 - Carta das linhas de drenagem da Quinta da Raposa

A Figura 28 e o Gráfico 5 mostram os fluxos de drenagem das diferentes sub-bacias hidrográficas presentes na Quinta da Raposa, sendo estes classificados enquanto a sua magnitude. Permite obter o percurso que a água vai seguir ao longo do terreno, sendo muito importante na hora de planificar o desenho *Keyline* de aproveitamento hídrico.

Tendo em conta que a maioria das culturas precisam de solos bem drenados parece lógico fazer uma boa gestão da água no território, encaminhando-a para as zonas com maior stress hídrico ou armazenando-a em pequenas barragens ao longo das principais redes de drenagem.

A correta distribuição da água de chuva também repercute de forma direta na erosão dos solos, em cenários de cheias nos quais o solo pode ser arrastado pelo caudal da água.

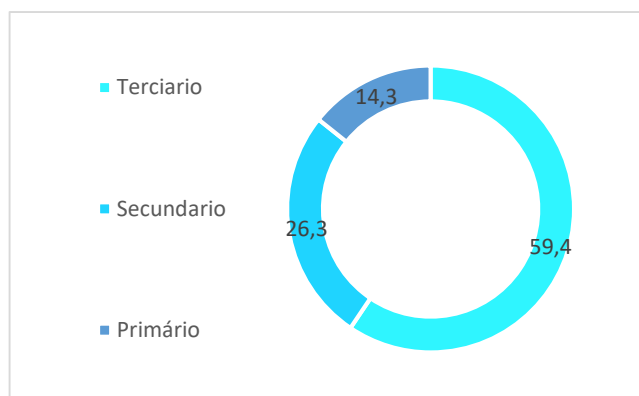


Gráfico 5 - Áreas relativas (%) das diferentes classes de linhas de drenagem

4.1.7 Radiação solar

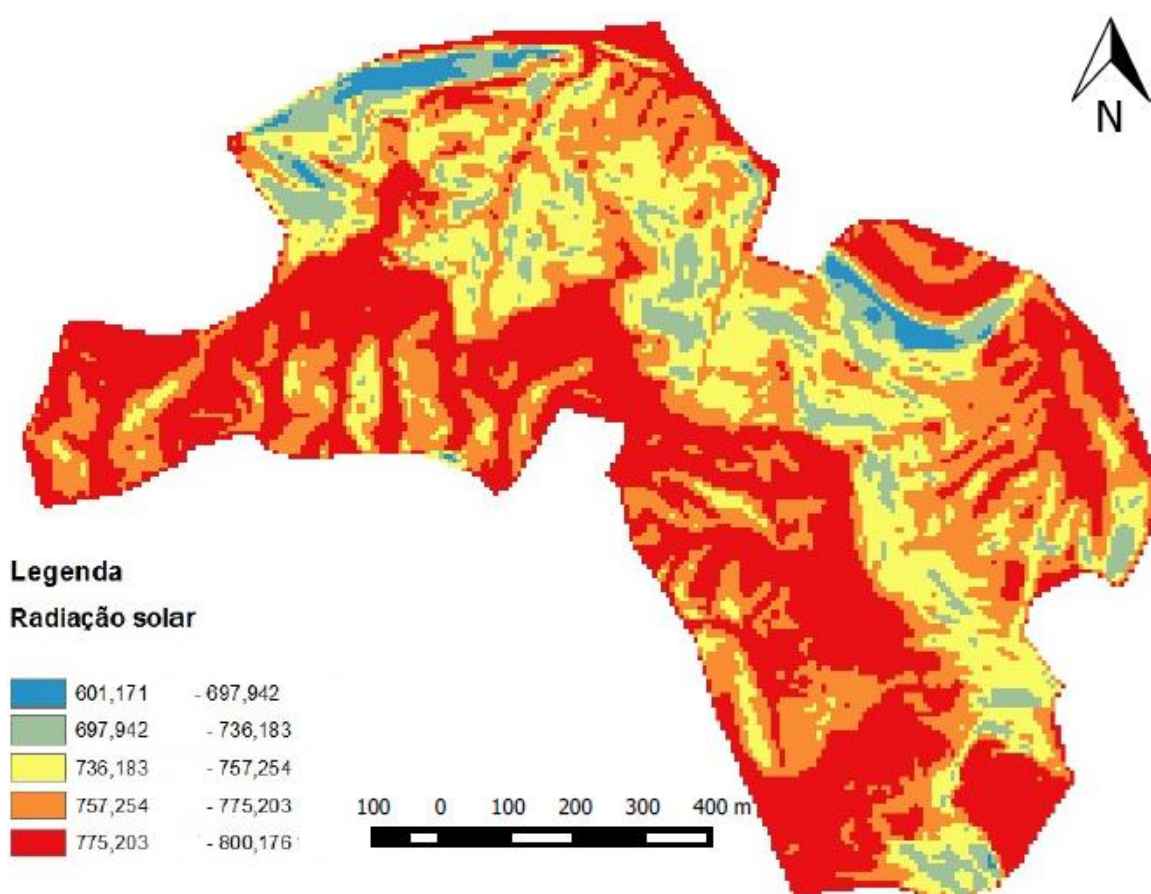


Figura 29 - Carta da radiação solar global reclassificada em cinco classes

Na bacia hidrográfica em estudo dominam, em relação ao parâmetro Radiação Solar Global (Figura 29 e Gráfico 6), as classes correspondentes aos valores mais altos e altos.

Estas duas classes perfazem cerca de 70% da área. A classe referente aos valores médios tem uma representatividade mais baixa, cerca de 22%. As zonas que recebem a menor quantidade de radiação solar, “Baixa” e “Muito baixa” têm uma expressão quase insignificante de perto do 10%.

Nota-se uma influência nítida do relevo, as zonas expostas ao quadrante Norte têm valores mais baixos, enquanto que as zonas expostas ao quadrante Sul e zonas planas têm valores mais elevados. As zonas que recebem menor quantidade de radiação solar encontram-se nos vales mais encaixados das principais linhas de água.

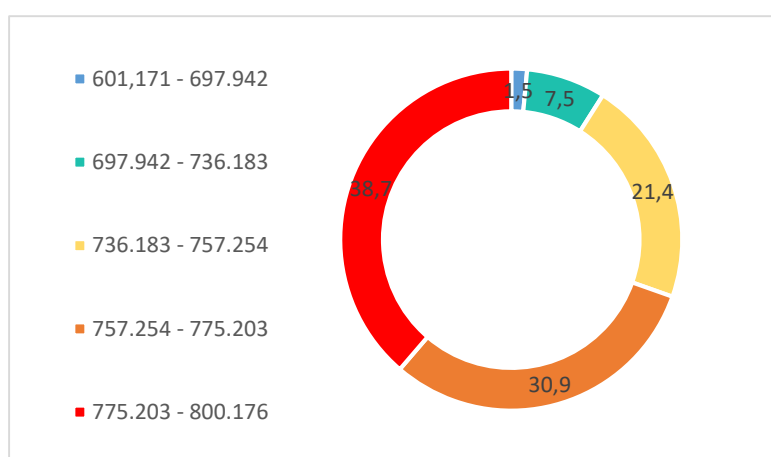


Gráfico 6 - Áreas relativas (%) das diferentes classes de Radiação Solar Global expressadas em Wh/m²

4.3 Design Keyline de aproveitamento hídrico

Apresentam-se nas Figuras 30, 31 e 32 o desenho *Keyline* proposto para as plantações, e uma comparação em termos da quantidade de plantas com o *design* original em ortogonal. De forma a planificar o *design Keyline* o declive foi um fator determinante tendo em conta a dificuldade da maquinaria para operar em grandes encostas. Isto traduz-se num grande risco para os operários agrícolas nos trabalhos de apanha e de manutenção da plantação. Com o objetivo de diminuir o risco de acidente não foi possível estabelecer o *design Keyline* no total das áreas previstas para uso agrícola. A solução adotada foi a implementação de culturas florestais nas áreas com um declive maior, deixando as áreas com declive menor para o uso agrícola. Apesar da solução da apresentada diminuir o aproveitamento agrícola da Quinta, esta possibilita uma melhor gestão tanto da água como da erosão dos solos usufruindo vantagens a longo prazo. Todas as culturas foram selecionadas segundo as séries de vegetação para a zona de Terra Quente Trasmontana. O espaçamento entre as linhas de plantação agrícola foi de 5X4, e de 10x8 na florestal.

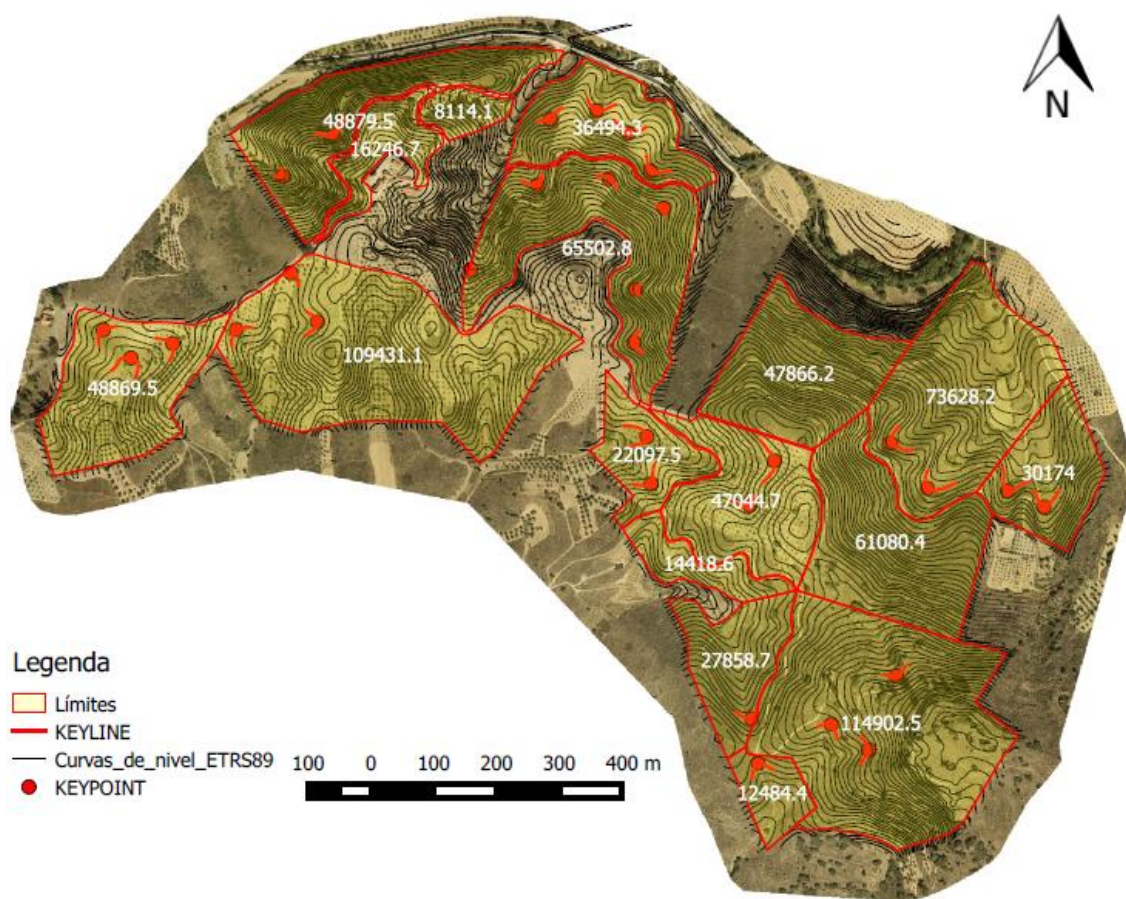


Figura 30 - Carta dos Keypoints e Keylines na Quinta da Raposa

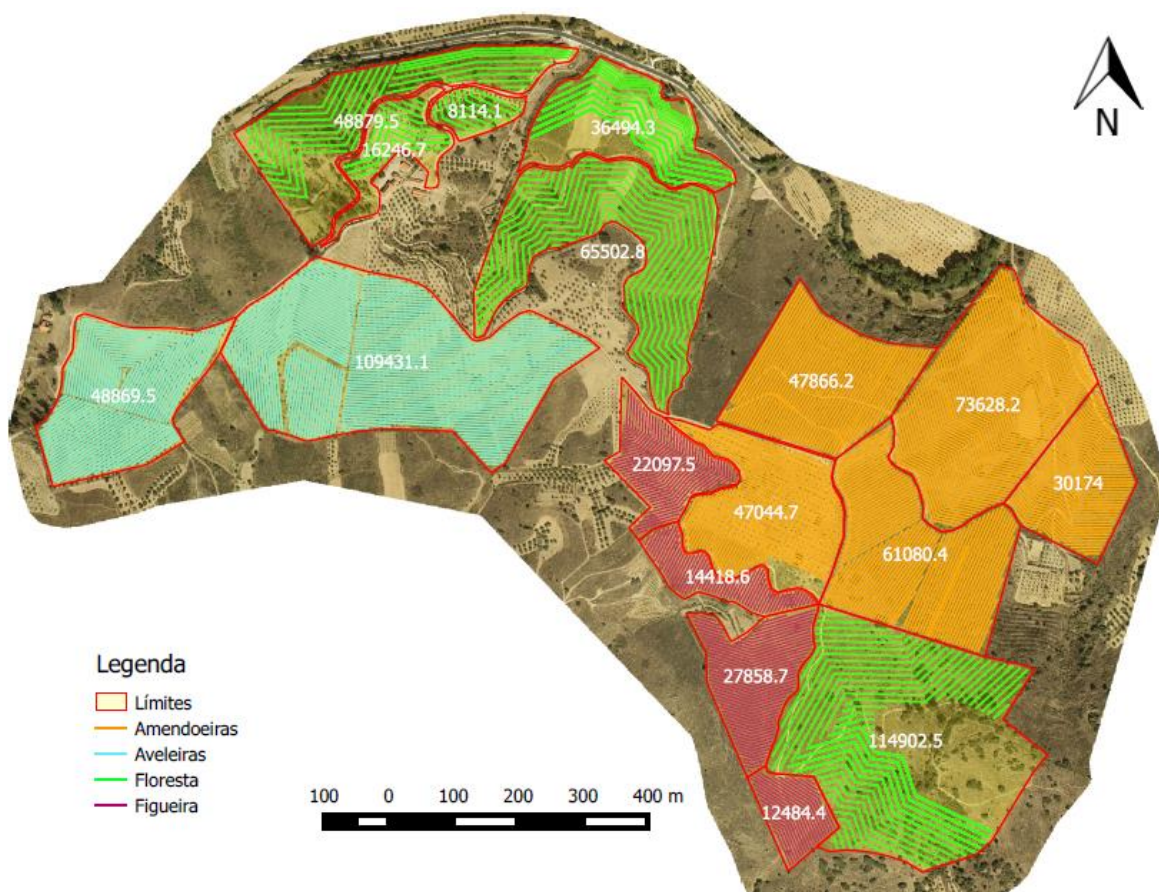


Figura 31 - Carta das plantações segundo o design Keyline da Quinta da Raposa

Tabela 6 - Número de plantas agrupadas por cultura segundo o design Keyline na Quinta da Raposa

Cultura	Nº Plantas
Aveleira	7024
Figueira	3158
Amendoeira	11838
Florestal	5162

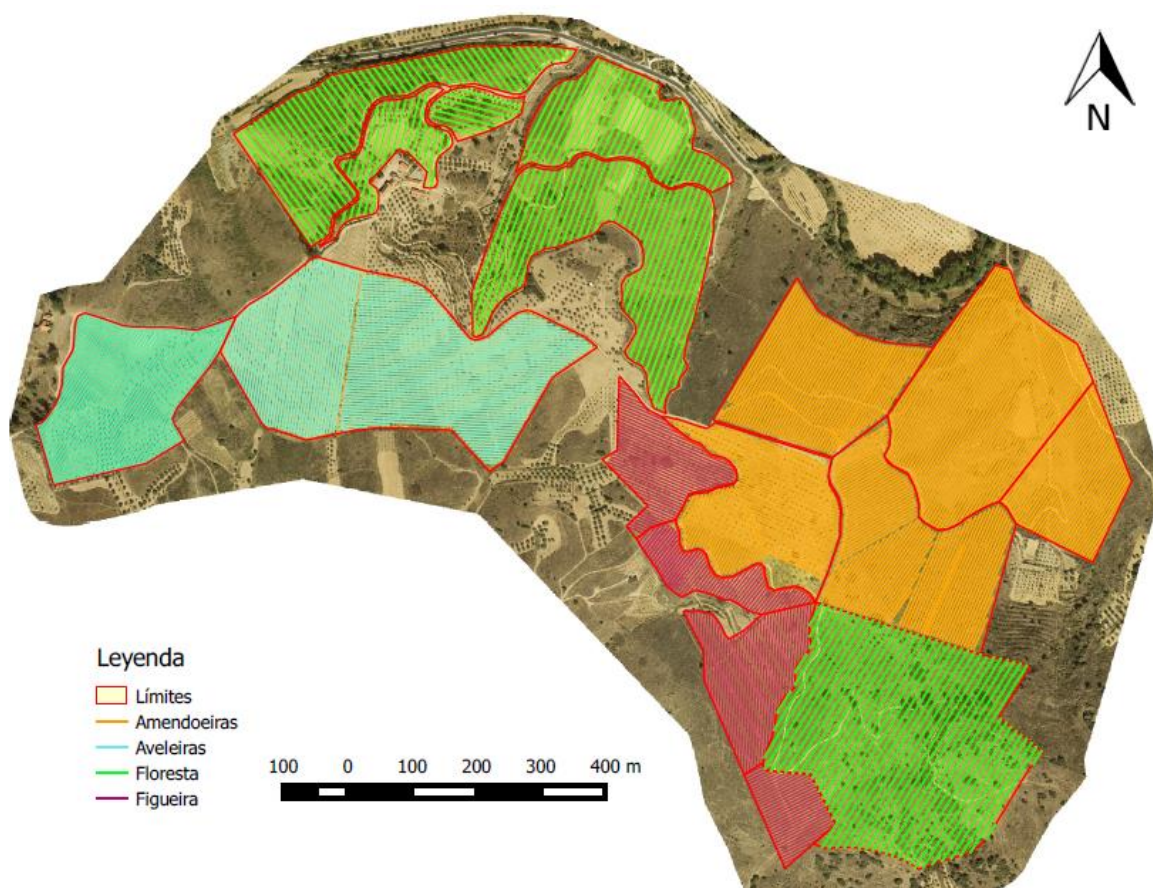


Figura 32 - Carta das plantações segundo o design tradicional ortogonal da Quinta da Raposa

Tabela 7 - Número de plantas agrupadas por cultura segundo o design tradicional ortogonal na Quinta da Raposa

Cultura	Nº Plantas
Aveleira	7540
Figueira	4042
Amendoeira	12267
Florestal	5740

De acordo com Doherty, a perda aproximada de plantas no *design Keyline* em comparação com o *design* tradicional em ortogonal é aproximadamente 10%.

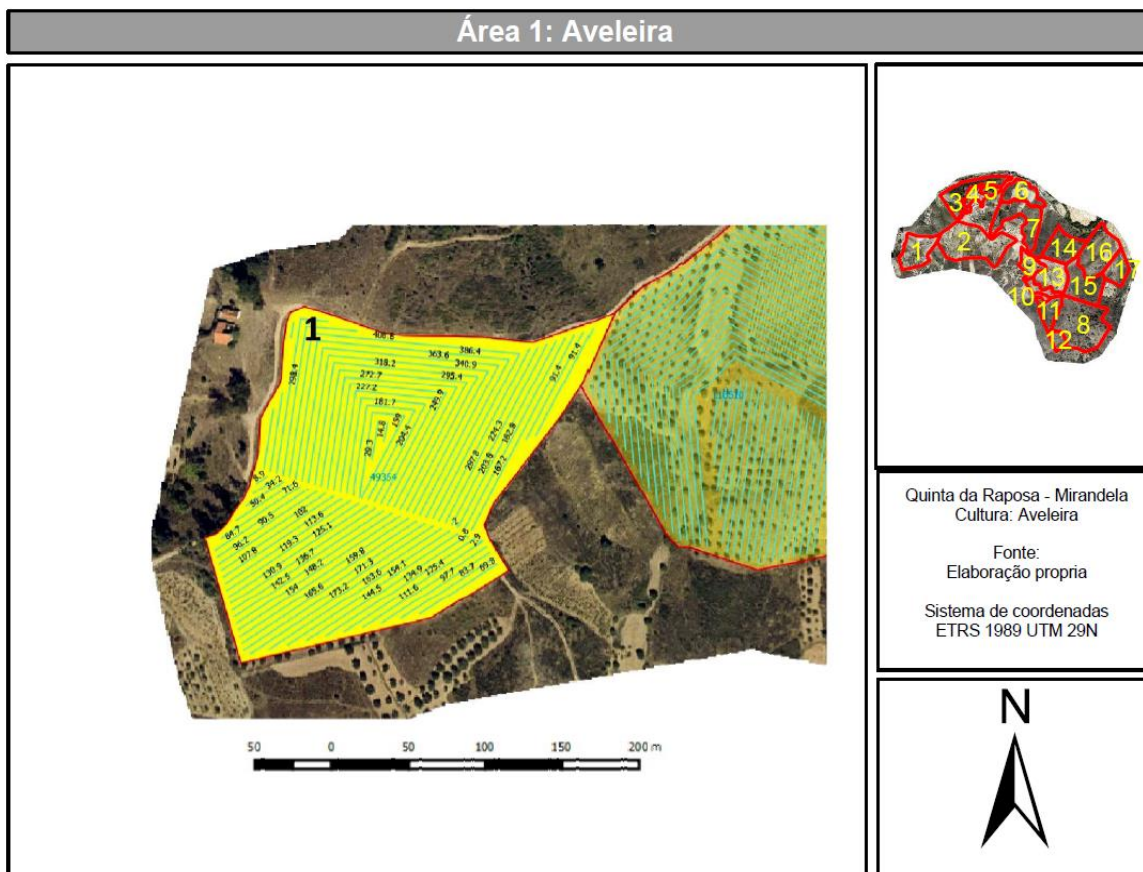


Figura 33 - Área 1 relativa ao cultivo da aveleira com o design Keyline

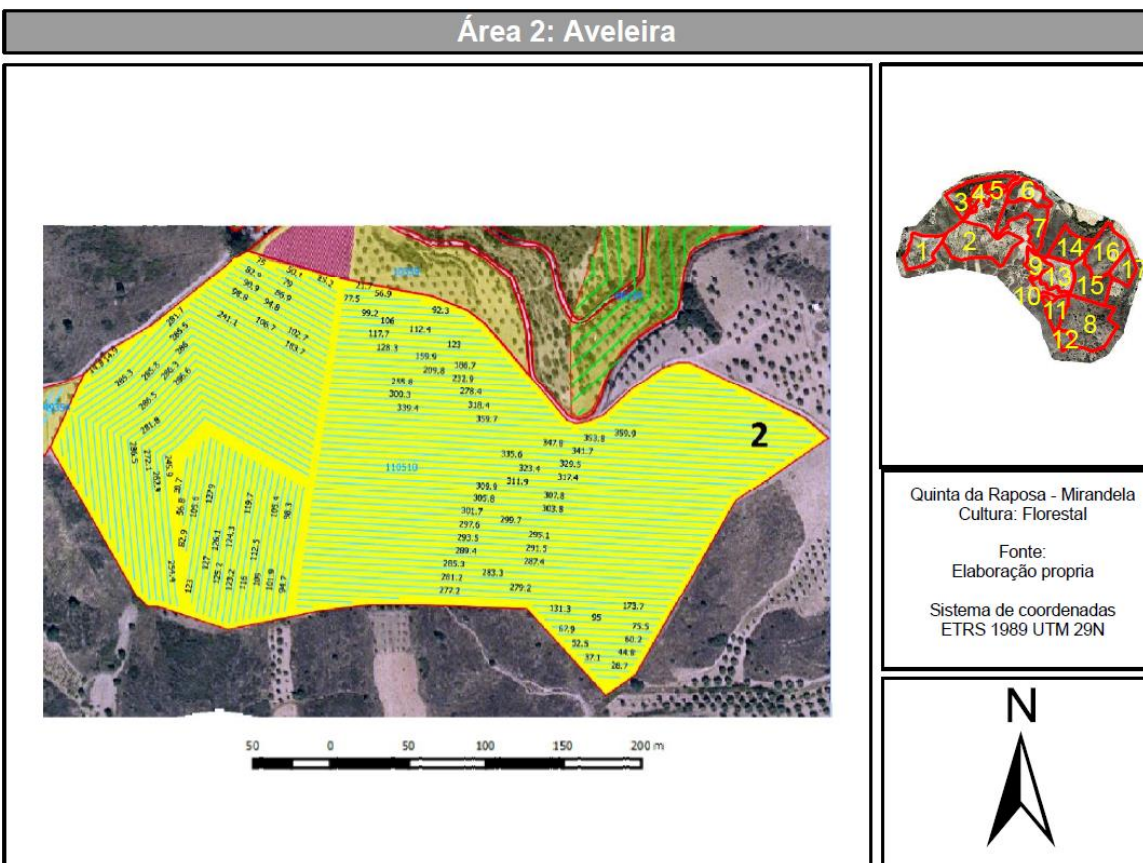


Figura 34 - Área 2 relativa ao cultivo da aveleira com o design keyline

Área 3: Florestal

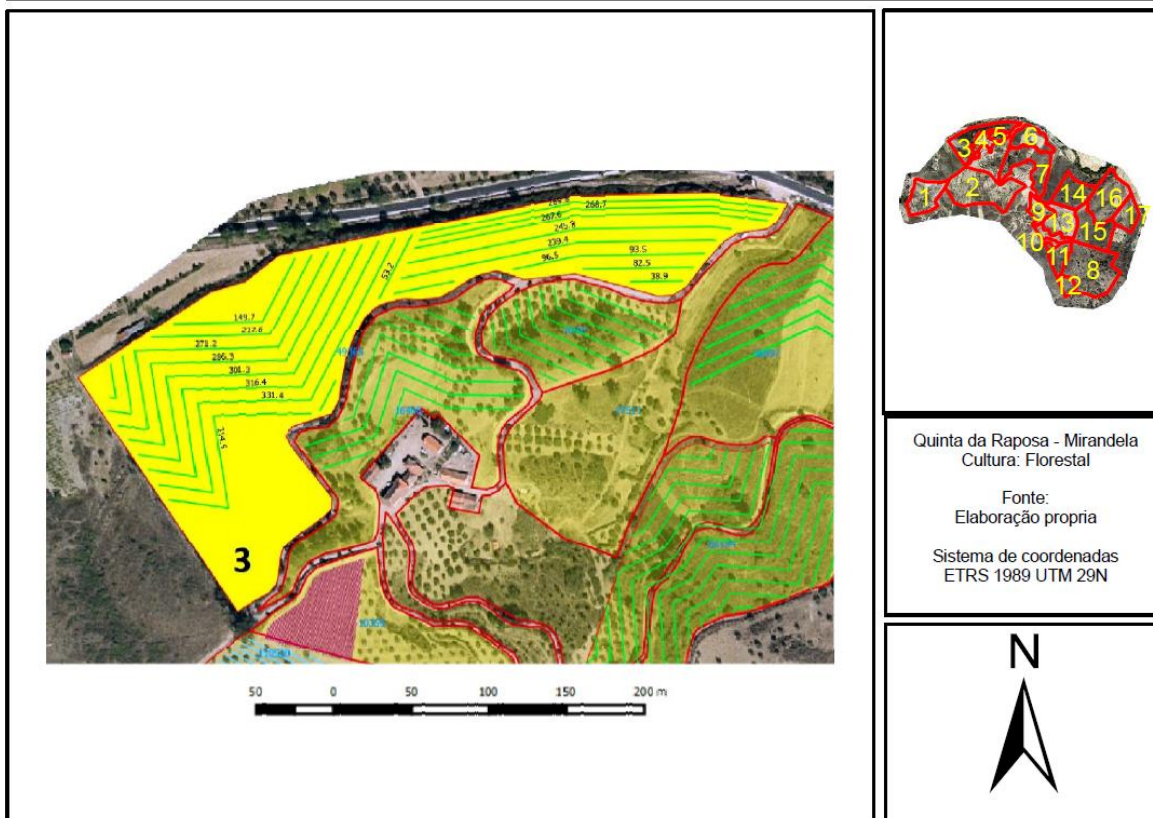


Figura 35 - Área 3 relativa ao cultivo florestal com o design Keyline

Área 4: Florestal

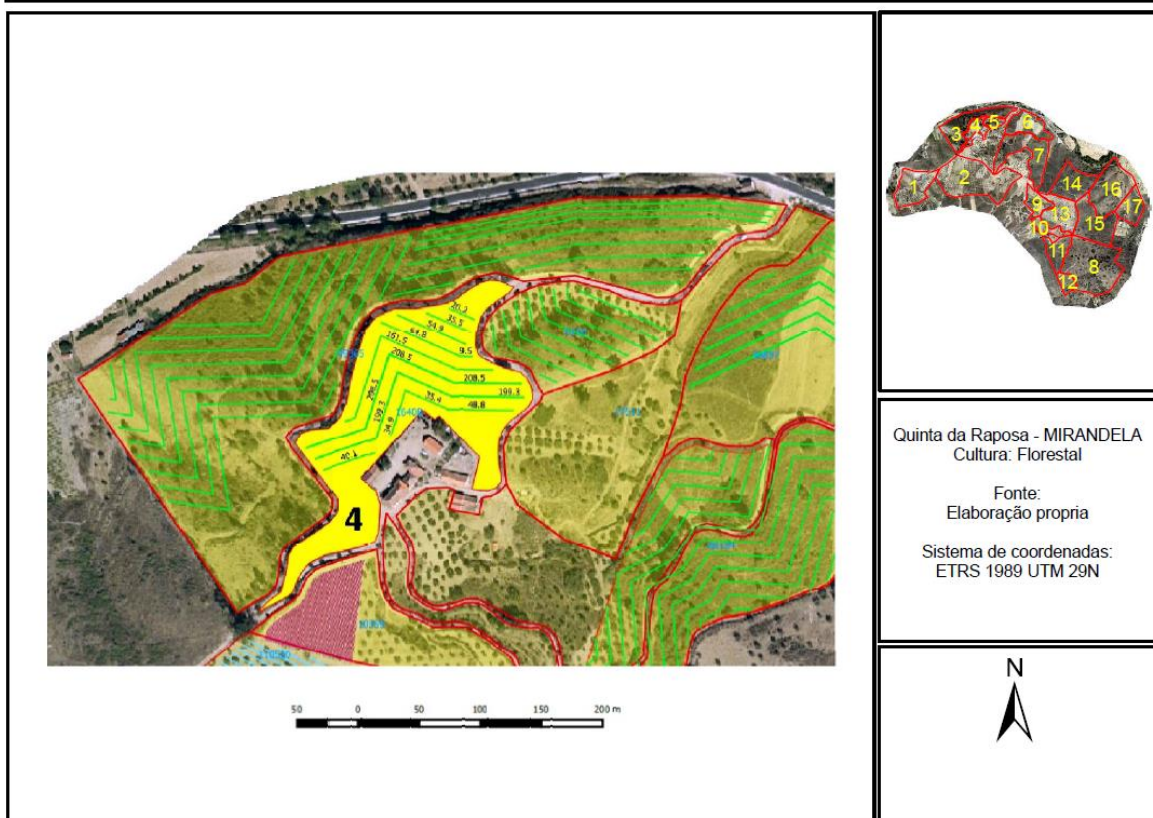


Figura 36 - Área 4 relativa ao cultivo florestal com o design keyline

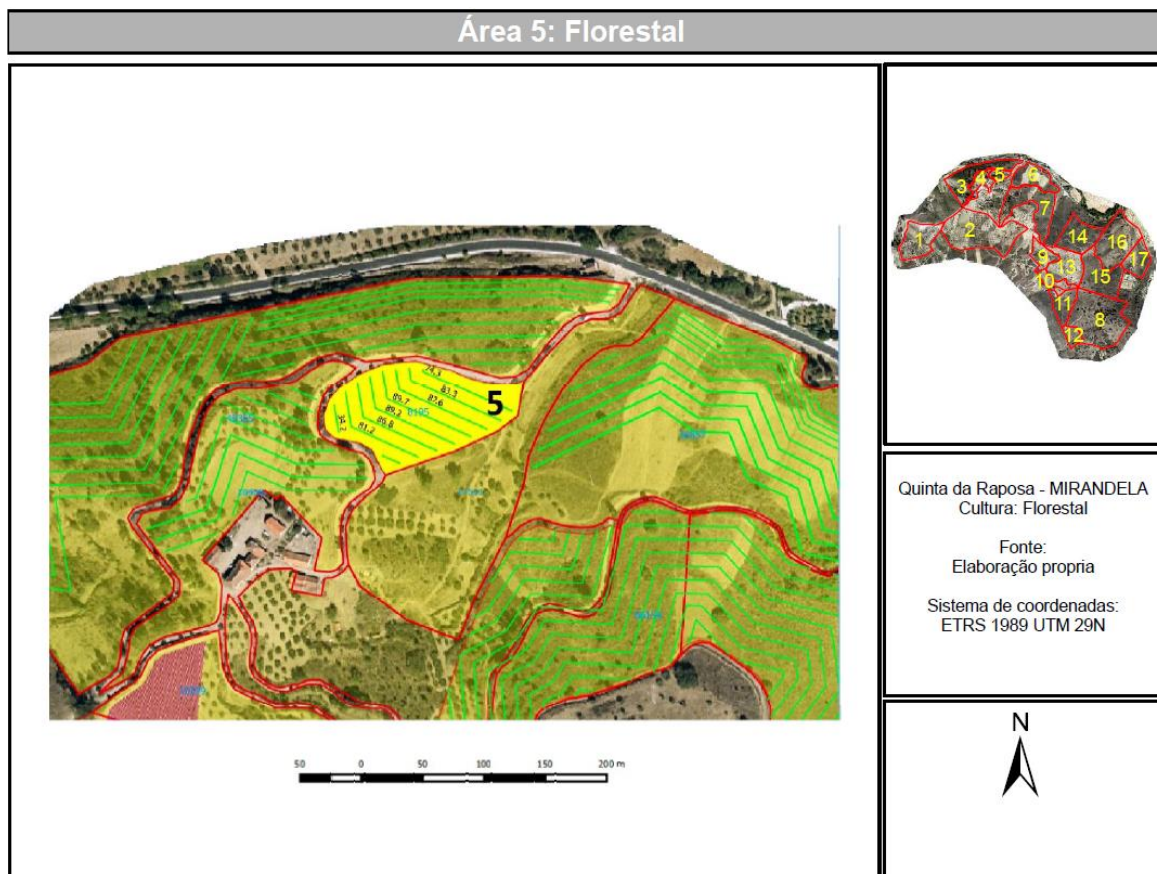


Figura 37 - Área 5 relativa ao cultivo florestal com o design Keyline

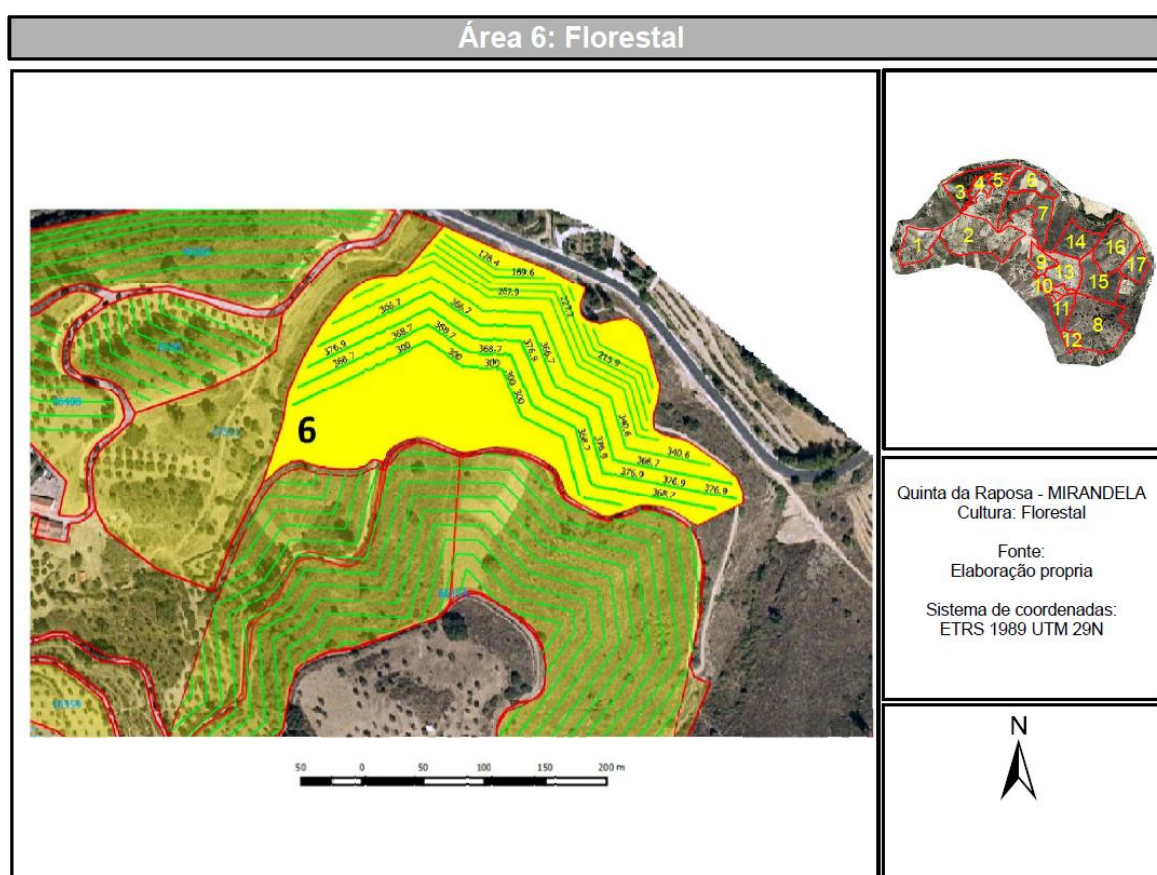


Figura 38 - Área 6 relativa ao cultivo florestal com o design keyline

Área 7: Florestal



Figura 39 - Área 7 relativa ao cultivo florestal com o design Keyline

Área 8: Florestal

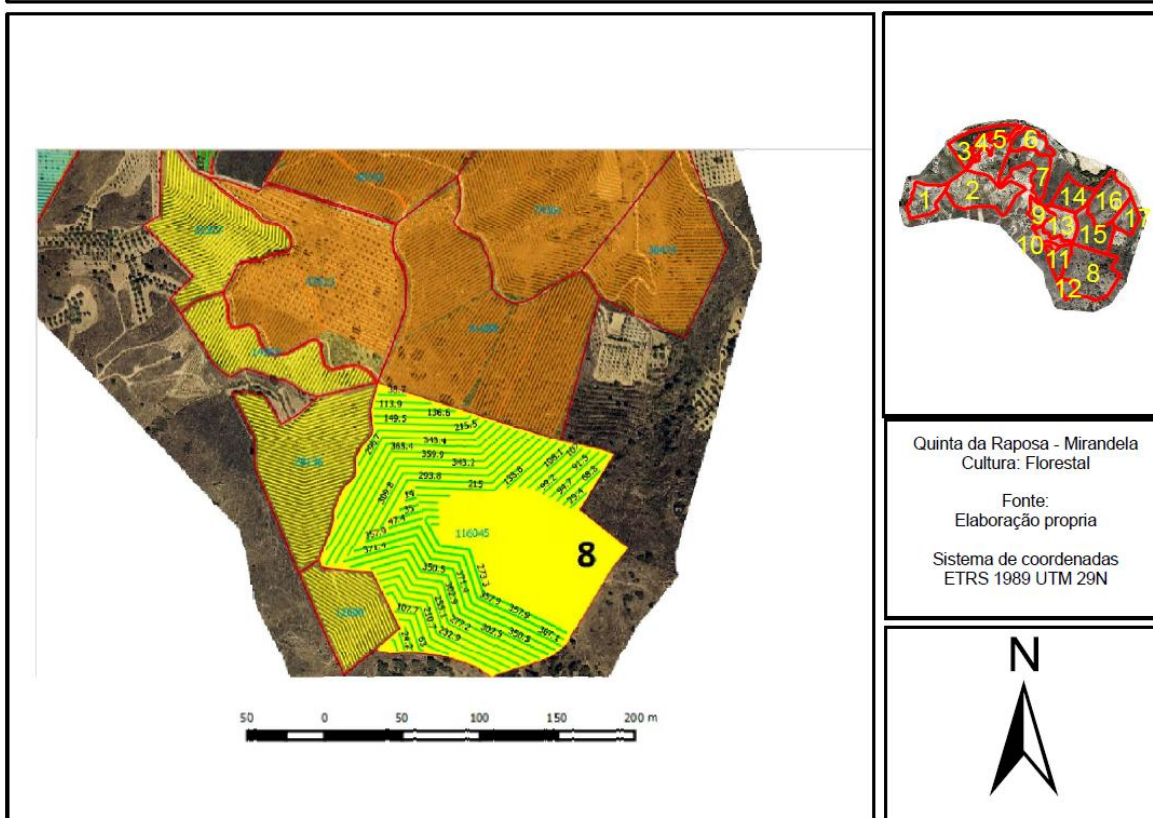


Figura 40 - Área 8 relativa ao cultivo florestal com o design keyline

Área 9: Figueira

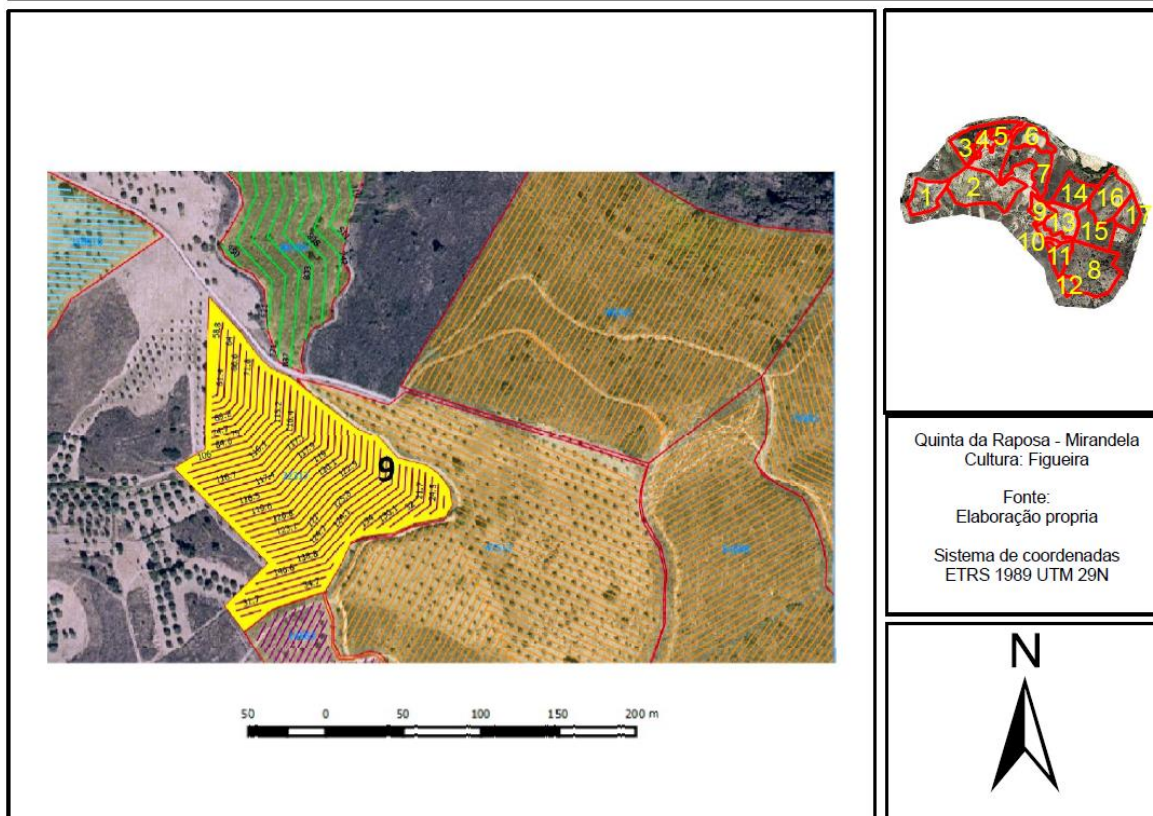


Figura 41 - Área 9 relativa ao cultivo da figueira com o design Keyline

Área 10: Figueira

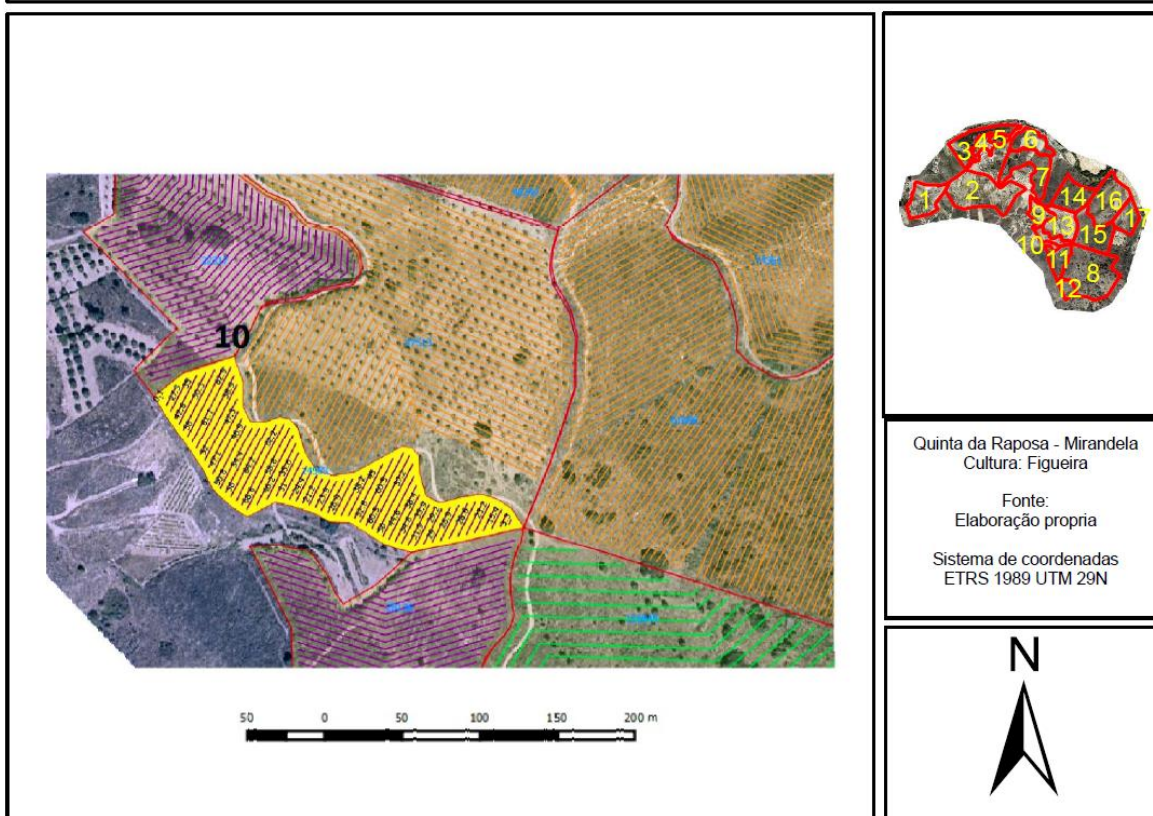


Figura 42 - Área 10 relativa ao cultivo da figueira com o design keyline

Área 11: Figueira

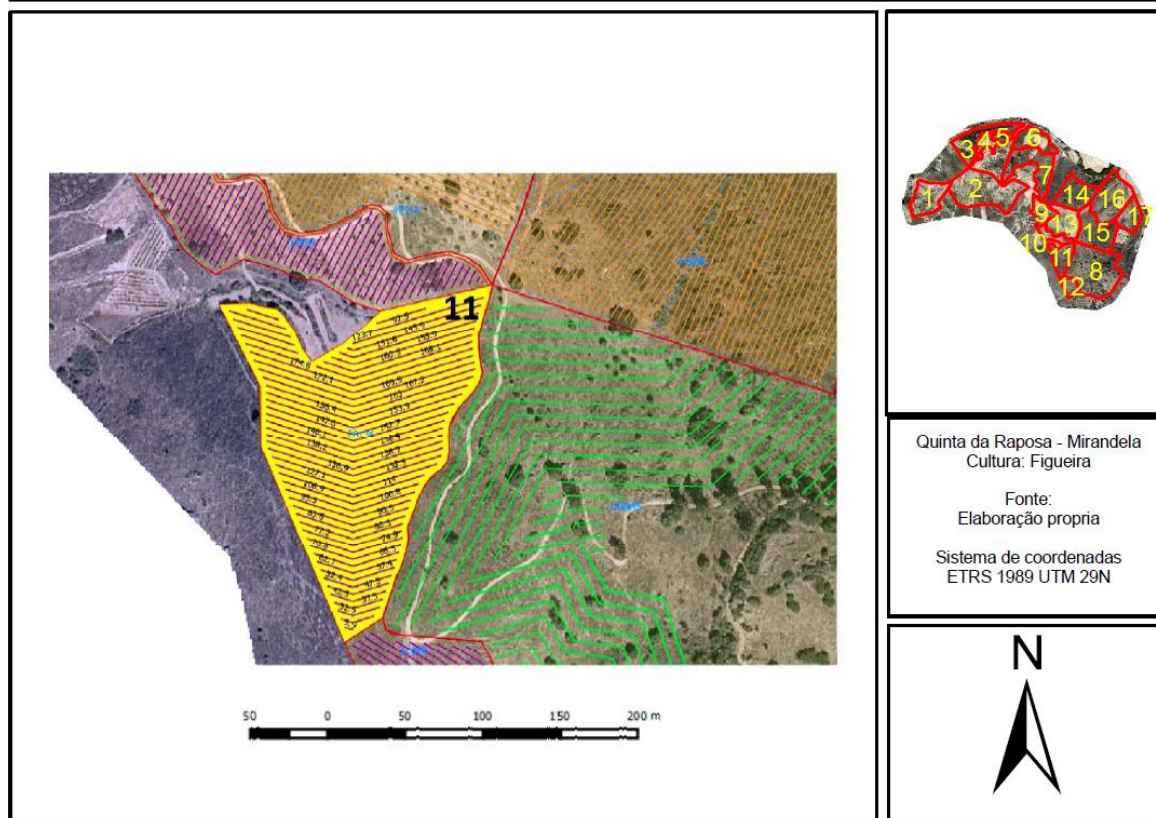


Figura 43 - Área 11 relativa ao cultivo da figueira com o design Keyline

Área 12: Figueira

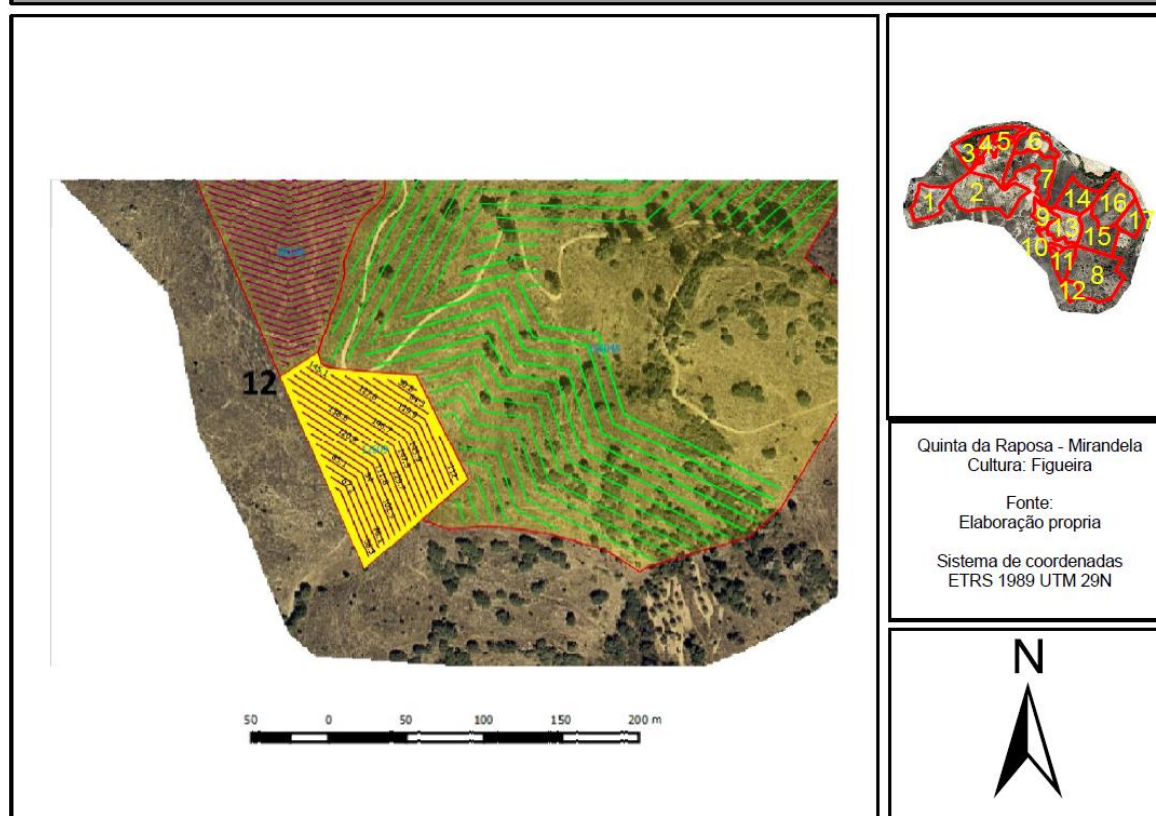
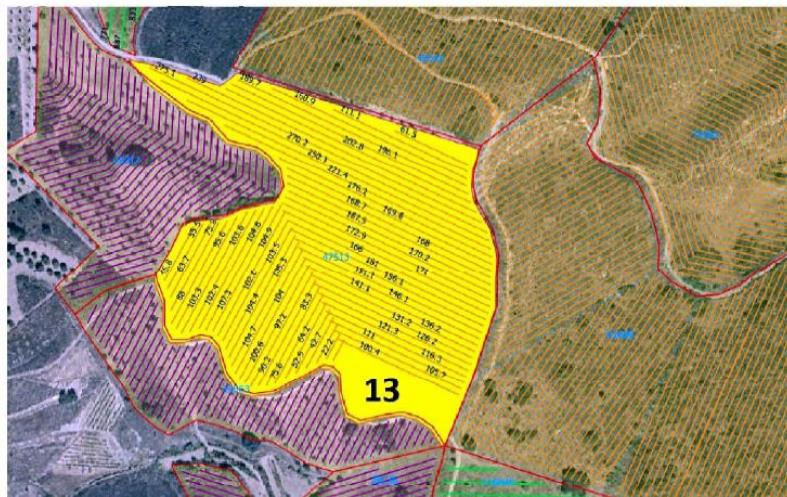


Figura 44 - Área 12 relativa ao cultivo da figueira com o design keyline

Área 13: Amendoeira



Quinta da Raposa - Mirandela
Cultura: Amendoeira

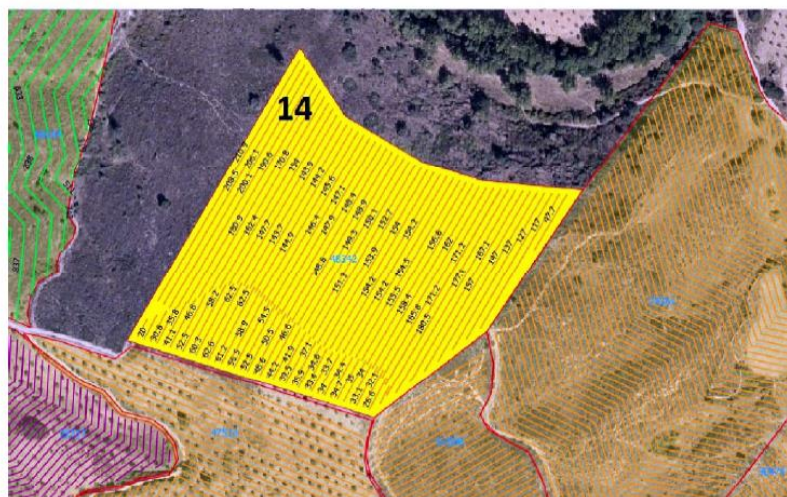
Fonte:
Elaboração própria

Sistema de coordenadas
ETRS 1989 UTM 29N



Figura 45 - Área 13 relativa ao cultivo da amendoeira com o design Keyline

Área 14: Amendoeira



Quinta da Raposa - Mirandela
Cultura: Amendoeira

Fonte:
Elaboração própria

Sistema de coordenadas
ETRS 1989 UTM 29N



Figura 46 - Área 14 relativa ao cultivo da amendoeira com o design keyline

Área 15: Amendoeira

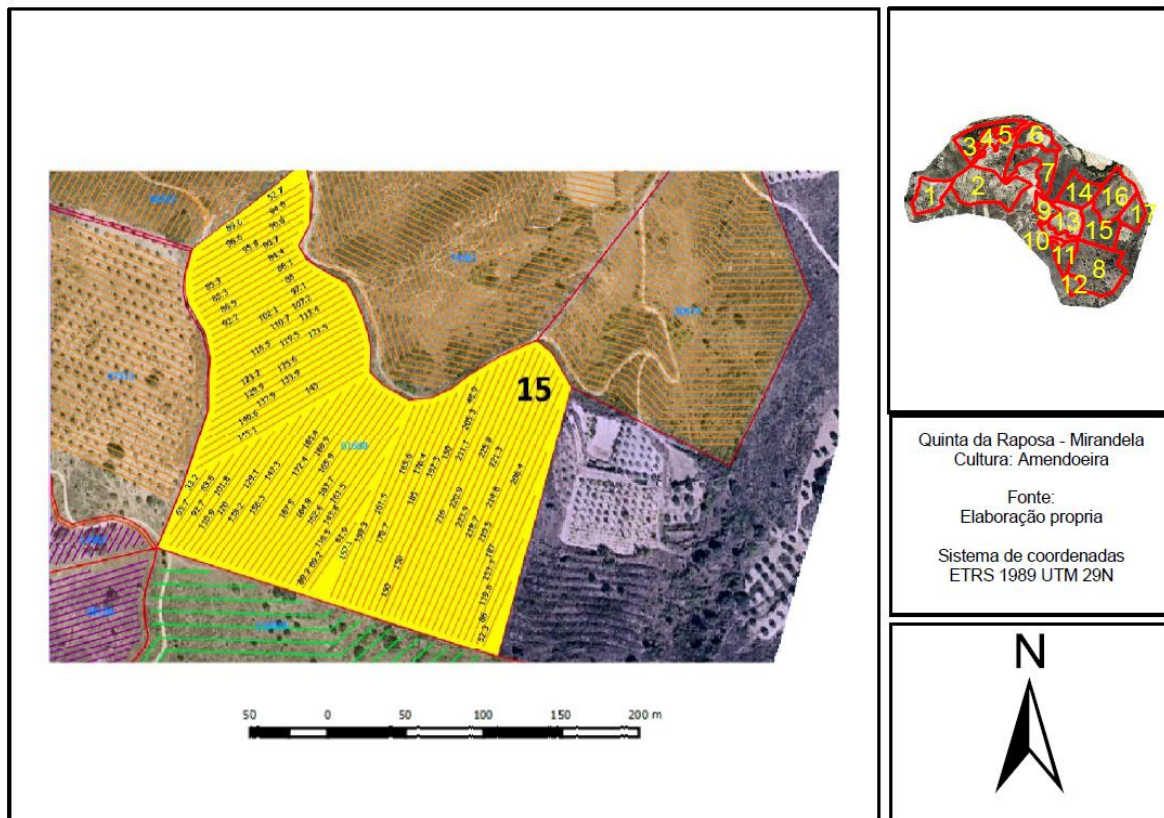


Figura 47 - Área 15 relativa ao cultivo da amendoeira com o design Keyline

Área 16: Amendoeira

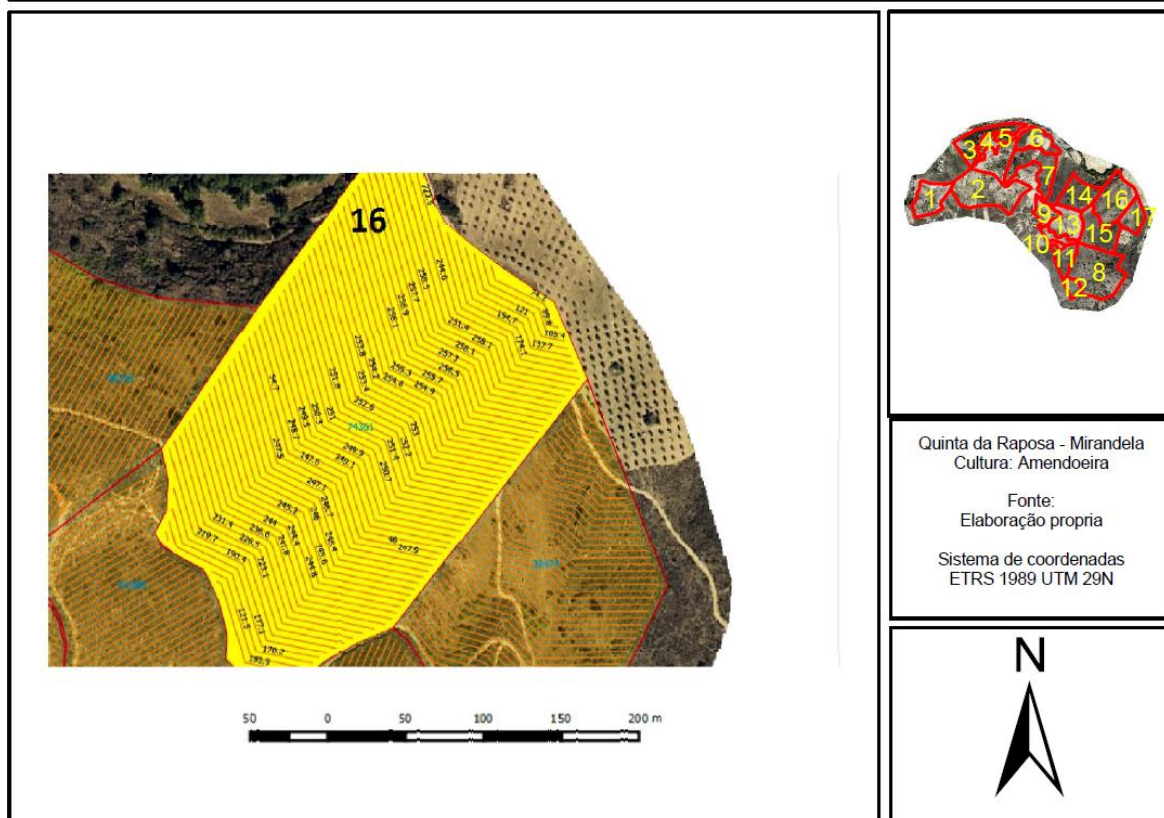


Figura 48 - Área 16 relativa ao cultivo da amendoeira com o design keyline

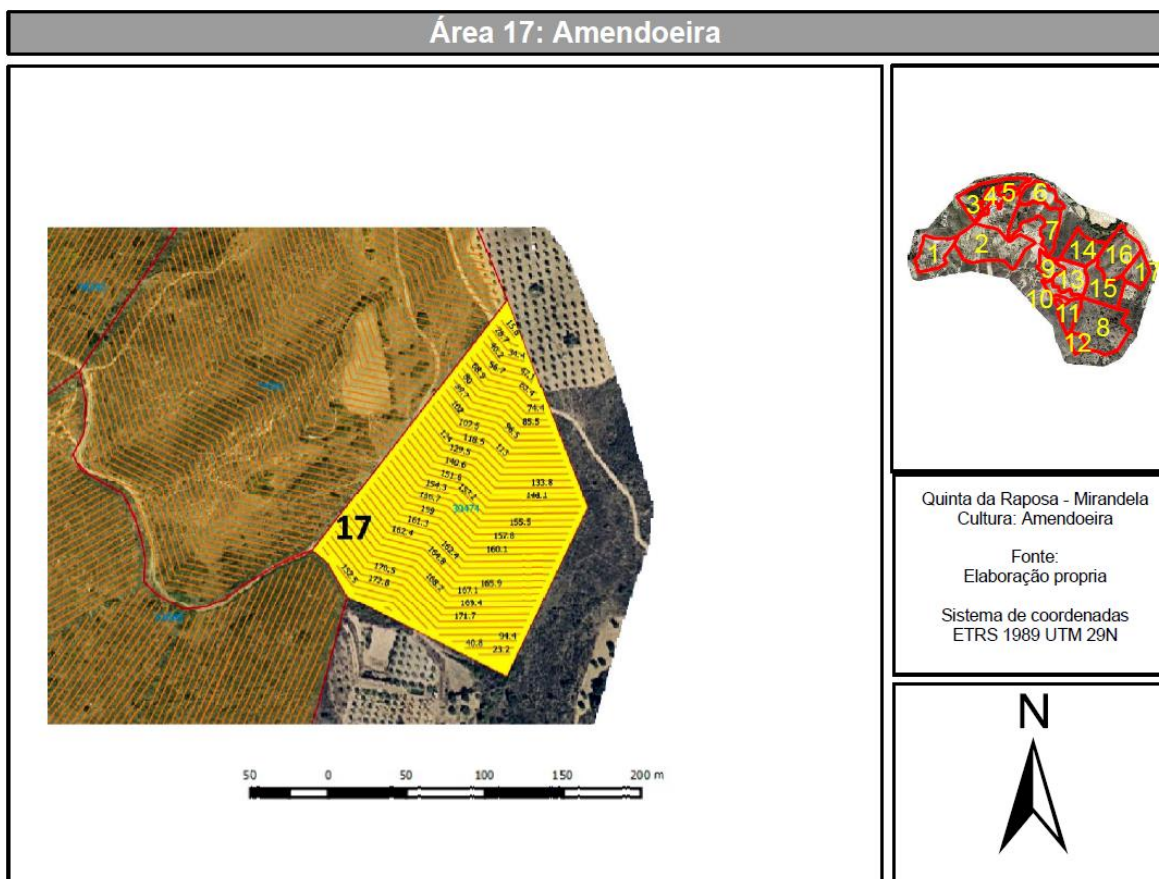


Figura 49 - Área 17 relativa ao cultivo da amendoeira com o design Keyline

5. Conclusão

O estágio curricular na empresa Mycotrend foi, em primeiro lugar, uma grande oportunidade para a aprendizagem pessoal. A filosofia da empresa sempre esteve do lado da melhoria continua nos processos de gestão ambiental sustentável, ideia que sempre me acompanhou na vida. No desenvolvimento do trabalho apareceram vários problemas na hora de estabelecer o correto design das plantações, nomeadamente problemas associados à maquinaria agrícola.

Devido às características morfológicas preponderantes, de forma geral na zona de Trás-os-Montes e Alto Douro (declives elevados nas encostas e poucas zonas planas), a planificação do design keyline das plantações agrícolas tornou-se complexa por causa do desenvolvimento das tarefas de mecanização do trabalho agrícola. Pela experiência adquirida com os operários da maquinaria no local de estudo concluiu-se que em encostas com declives maiores a 20 – 22% os processos tanto de plantação como de posterior colheita e de gestão das culturas, tornaram-se muito arriscados para estes. Esta lacuna fez com que na maioria da área disponível para as culturas agrícolas fosse impossível desenvolver o design keyline. Neste ponto a diminuição da erosão dos solos mediante o design keyline perdeu a sua lógica porque, de facto, o problema da erosão aumenta com o aumento do declive. A solução adoptada foi implementar nas zonas com declives notáveis culturas florestais, onde o espaçamento entre as linhas de plantação é maior e a maquinaria usada é apropriada para desenvolver trabalhos com estas condições. De esta forma, a lógica do design keyline voltava a ser viável, obtendo assim várias vantagens. Por um lado foi possível estabelecer um planeamento que, para além de diminuir o risco de perda de solos, vai provocar um aumento na capacidade de retenção de água no solo e na produção de biomassa, fazendo com que ao longo dos anos o horizonte superficial dos solos seja mais rico em nutrientes e permitindo uma poupança na aplicação de fertilizantes. Por outro lado conseguiu-se uma valorização económica das zonas com declives bastante acentuados, nas quais a planificação agrícola tornou-se inviável.

Apesar do software ArcGIS não ser usual na planificação de plantações agroflorestais, revelou-se como uma ferramenta útil. Das suas características, destaca-se a possibilidade de georreferenciar cada cultura, podendo utilizar as coordenadas em conjunto com outros softwares para facilitar os trabalhos de mecanização e estabelecimento das plantações. Outro aspeto a ter em conta é a análise prévia da área útil cultivável, planos de manutenção bem como o estudo da biodinâmica geográfica criando antecipadamente

planos de ação em investimentos agroflorestais. Devido ao enquadramento da mecanização agrícola na execução deste tipo de projetos a análise do declive revelou especial importância na escolha da maquinaria e estratégias de trabalho a usar para assim diminuir o risco de acidentes de trabalho.

1ª Via



RELATÓRIO DE ENSAIO



141215040
89188

Exmo(a) Sr.(a)
Mycotrend - SpinLogic UCP Porto
R. Dr. António Bernardino de Almeida
4200 - 072 - Porto

Matriz: Solo	Colheita efectuada por: Cliente
Especificação: Florestal	Método de Colheita: Não especificado
Local de Colheita: -	Data da Colheita: - - - - -
Informação adicional: -	Data de Recepção: 15-dezembro-2014 14:45
Requisição N.º: 1847id.15dez14	Emissão do Relatório: 20-janeiro-2015
Notas: João Lopes	



FÍSICO-QUÍMICA

	Resultado	Requisito do Cliente
* Azoto total FERQ 62 (Preparação de matriz: Digestão Peróxido/ácido/ EAM- 2,6-Dimetilfenol)	6.49 mg N/ kg M.S.	-
* Boro total FERQ 62 (Preparação de matriz: EAM- Ác. Cárminico)	< 1.20 mg B/ kg M.S.	-
* Cálcio total FERQ 62 (Preparação de matriz: EAA chama)	< 6.00 mg Ca/ kg M.S.	-
* Cobre total FERQ 62 (Preparação de matriz: EAA chama)	< 0.40 mg Cu/ kg M.S.	-
* Enxofre total FERQ 62 (Preparação de matriz: EAM- Clorato de Bário)	< 6.67 mg S/ kg M.S.	-
* Ferro total FERQ 62 (Preparação de matriz: EAM- Ferritina)	< 0.40 mg Fe/ kg M.S.	-
* Fósforo total FERQ 62 (Preparação de matriz: Digestão ácida/ EAM- Redução do Ác. Ascórbico)	1.01 mg P/ kg M.S.	-
* Humidade FERQ 41 (Desidratação@105°C; Gravimetria)	0.69 %	-
* Magnésio total FERQ 62 (Preparação de matriz: EAA chama)	3.64 mg Mg/ kg M.S.	-
* Manganês total FERQ 62 (Preparação de matriz: EAM- Indicador PAN)	< 0.20 mg Mn/ kg M.S.	-
* Matéria orgânica FERQ 41 (Desidratação@105°C; Perda por ignição@550°C; Gravimetria)	1.00 %	-
pH (temperatura de medição) FERQ 60 (Suspensão; Potenciometria)	5.8 (22) escala Sørensen (°C)	-
* Potássio total FERQ 67 (Preparação de matriz: EAA chama)	4.06 mg K/ kg M.S.	-
* Preparação de matriz FERQ 74 (adapt. DIN 38414-54)	extração aquosa	-
* Sódio total FERQ 62 (Preparação de matriz: EAA chama)	14.6 mg Na/ kg M.S.	-
* Zinco total FERQ 62 (Preparação de matriz: EAA chama)	0.098 mg Zn/ kg M.S.	-
** Textura (classe) (manual)	franco-arenoso	-
** Areia Grossa	39.4 %	-
** Areia Fina	29.9 %	-


O presente documento não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem acordo escrito do Laboratório. Os resultados apresentados referem-se apenas ao item ensaiado.
*mp: microrganismos presentes em quantidade (...). *F: amostra não conforme para a realização do ensaio.
Os resultados expressos com o prefixo "<" são inferiores ao limite de quantificação do respetivo método. *SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ª Ed.(obsoleto)

MicroChem - Ensaios e Análises Técnicas, Lda - Sociedade por quotas registada na 3ª Conservatória do Registo Comercial do Porto sob o número 4138, com o Capital Social de 10.000€, NIPC 507 797 400
Centro Empresarial Lameira | Rua da Lameira n.º 446, G 13 | 4465-671 Leça do Balio | Tel.: 229 028 064 | Fax: 229 025 192 | www.microchem.pt

1ª Via

RELATÓRIO DE ENSAIO



141215040
89188

Matriz: Solo	Colheita efectuada por: Cliente
Especificação: Florestal	Método de Colheita: Não especificado
Local de Colheita: -	Data da Colheita: - - - - -
Informação adicional: -	Data de Recepção: 15-dezembro-2014 14:45
Requisição N.º: 1847id.15dez14	Emissão do Relatório: 20-janeiro-2015
Notas: João Lopes	

FÍSICO-QUÍMICA		Requisito do Cliente
	Resultado	
** Limo	17.8 %	-
** Argila	12.9 %	-

* - ensaio não incluído no âmbito da acreditação
** - ensaio subcontratado não acreditado (não incluído no âmbito da acreditação do Laboratório MicroChem)

Figura 50 – Análise Química dos solos da Quinta da Raposa

6. Anexos

Tabela 8 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 1

Avelã 1			
Comprimento linhas	Nº Plantas	Comprimento linhas	Nº Plantas
144.5	36	165.6	41
298.4	75	171.3	43
287.8	72	173.2	43
224.3	56	2	1
203.8	51	163.6	41
162.8	41	154.1	39
167.2	42	125.4	31
0.8	0	111.6	28
1.9	0	97.7	24
2.9	1	83.7	21
50.4	13	69.8	17
34.2	9	134.9	34
20.1	5	408.8	102
8.9	2	159	40
71.6	18	181.7	45
84.7	21	204.4	51
90.5	23	227.2	57
96.2	24	249.9	62
102	26	272.7	68
107.8	27	295.4	74
113.6	28	318.2	80
119.3	30	340.9	85
125.1	31	363.6	91
130.9	33	386.4	97
136.7	34	91.4	23
142.5	36	91.4	23

148.2	37	29.3	7
154	39	14.8	4
159.8	40	8479	2120

Tabela 9 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 2

Avelã 2			
Comprimento linhas	Nº Plantas	Comprimento linhas	Nº Plantas
285.8	71	117.7	29
285.5	71	112.4	28
285.3	71	106	27
281.7	70	99.2	25
241.1	60	92.3	23
183.7	46	77.5	19
14.8	4	56.9	14
14.9	4	21.7	5
106.7	27	75.5	19
102.7	26	67.9	17
98.8	25	60.2	15
94.8	24	52.5	13
90.9	23	44.8	11
86.9	22	37.1	9
82.9	21	28.7	7
79	20	17.1	4
75	19	186.7	47
50.1	13	209.8	52
25.2	6	232.9	58
286.5	72	255.8	64
127.9	32	278.4	70
123	31	300.3	75
105.6	26	318.4	80

82.9	21	339.4	85
56.8	14	359.7	90
30.7	8	359.9	90
116	29	353.8	88
112.5	28	347.8	87
109	27	341.7	85
105.4	26	335.6	84
101.9	25	329.5	82
94.7	24	323.4	81
127	32	317.4	79
126.1	32	311.9	78
125.2	31	309.9	77
124.3	31	307.8	77
123.2	31	305.8	76
119.7	30	303.8	76
286.6	72	301.7	75
286.3	72	299.7	75
286	72	291.5	73
98.3	25	293.5	73
262.9	66	289.4	72
286.5	72	287.4	72
281.8	70	285.3	71
272.1	68	283.3	71
254.4	64	281.2	70
245.9	61	279.2	70
297.6	74	277.2	69
295.1	74	173.7	43
159.9	40	131.3	33
128.3	32	95	24
123	31	19616	4904

Tabela 10 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 3

Florestal 3			
Comprimento linhas	Nº Plantas	Comprimento linhas	Nº Plantas
53.2	7	93.5	12
269.8	34	82.5	10
217.6	27	38.9	5
271.2	34	268.7	34
286.3	36	267.6	33
301.3	38	245.8	31
149.7	19	239.4	30
316.4	40	96.5	12
331.4	41	3744	468
214.5	27		

Tabela 11 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 4

Florestal 4			
Comprimento linhas	Nº Plantas	Comprimento linhas	Nº Plantas
199.3	25	54.9	7
199.3	25	35.5	4
208.5	26	20.2	3
208.5	26	40.1	5
208.5	26	34.9	4
161.5	20	35.4	4
64.8	8	48.8	6
9.5	1	1530	191

Tabela 12 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 5

Florestal 5			
Comprimento linhas	Nº Plantas	Comprimento linhas	Nº Plantas
89.2	11	89.7	11
86.8	11	87.6	11
81.2	10	83.3	10
34.2	4	626	78
74.3	9		

Tabela 13 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 6

Florestal 6			
Comprimento linhas	Nº Plantas	Comprimento linhas	Nº Plantas
376.9	47	169.6	21
376.9	47	128.4	16
376.9	47	368.7	46
376.9	47	368.7	46
376.9	47	368.7	46
376.9	47	368.7	46
376.9	47	368.7	46
376.9	47	368.7	46
376.9	47	368.7	46
366.7	46	368.7	46
366.7	46	368.7	46
366.7	46	300	38
366.7	46	300	38
366.7	46	300	38
366.7	46	300	38
366.7	46	300	38

340.6	43	300	38
340.6	43	300	38
267.9	33	300	38
227.2	28	300	38
215.9	27	13668	1708

Tabela 14 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 7

Florestal 7			
Comprimento linhas	Nº Plantas	Comprimento linhas	Nº Plantas
19.2	2	838.7	105
837.4	105	742.3	93
771.9	96	511.8	64
621.2	78	319.2	40
450.1	56	136.6	17
279.7	35	35.4	4
114.7	14	6512	814
833.3	104		

Tabela 15 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 8

Florestal 8			
Comprimento linhas	Nº Plantas	Comprimento linhas	Nº Plantas
215.5	27	35	4
149.5	19	35	4
136.6	17	35	4
113.9	14	35	4
76.6	10	47.4	6
38.7	5	47.4	6

309.8	39	47.4	6
343.2	43	47.4	6
359.9	45	47.4	6
365.4	46	47.4	6
345.4	43	273.3	34
296.7	37	273.3	34
293.8	37	273.3	34
215	27	273.3	34
138.8	17	273.3	34
112.2	14	273.3	34
108.1	14	273.3	34
107	13	357.9	45
68.8	9	357.9	45
29.4	4	357.9	45
99.2	12	357.9	45
91.5	11	357.9	45
94.7	12	357.9	45
7.5	1	367.1	46
7.5	1	367.1	46
7.5	1	367.1	46
7.5	1	367.1	46
7.5	1	367.1	46
7.5	1	371.4	46
7.5	1	371.4	46
14	2	371.4	46
14	2	371.4	46
14	2	350.5	44
14	2	350.5	44
14	2	350.5	44
14	2	302.9	38
14	2	302.9	38
24.7	3	277.2	35
24.7	3	255.1	32

24.7	3	232.9	29
24.7	3	210.7	26
24.7	3	107.7	13
24.7	3	63	8
24.7	3	24.2	3
35	4	33.7	4
35	4	18.3	2
35	4	15224	1903

Tabela 16 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 9

Figueira 9			
Comprimento linhas	Nº Plantas	Comprimento linhas	Nº Plantas
127	32	79	20
123.1	31	84.6	21
125.8	31	106	27
122.9	31	115.2	29
120.8	30	116.4	29
120.1	30	116.7	29
119.6	30	117.1	29
119	30	117.4	29
116.1	29	117.9	29
124.7	31	118.5	30
124.1	31	138.8	35
35.6	9	146.6	37
24.5	6	134	34
8.4	2	130.1	33
58.8	15	21.7	5
61.4	15	32	8
64	16	34.7	9
66.6	17	31.7	8
69.2	17	15.8	4
71.8	18	3652	913
74.7	19		

Tabela 17 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 10

Figueira 10			
Comprimento linhas	Nº Plantas	Comprimento linhas	Nº Plantas
52.8	13	61.1	15
60.5	15	62.9	16
34.8	9	58	15
33.9	8	50.3	13
31.9	8	42.6	11
29.2	7	35	9
29	7	27.3	7
28.9	7	14.2	4
28.8	7	0.1	0
28.6	7	58.8	15
27.1	7	46.2	12
23.2	6	35.6	9
19.3	5	31	8
15.4	4	26.8	7
10.3	3	24.4	6
3.3	1	22.7	6
45	11	21.2	5
38.2	10	22.1	6
68.6	17	23.9	6
68.2	17	26.4	7
64.2	16	28.9	7
58	15	33.3	8
54.4	14	50	13
50.8	13	44.6	11
46.9	12	38.4	10
47.1	12	57.2	14
47.3	12	60.5	15
52	13	2160	540

58.9	15
------	----

Tabela 18 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 11

Figueira 11			
Comprimento linhas	Nº Plantas	Comprimento linhas	Nº Plantas
95.5	24	127.1	32
114	29	132.5	33
142.7	36	136.9	34
172.1	43	138.2	35
38.1	10	138.2	35
70.8	18	138.5	35
66.5	17	140.1	35
62.1	16	147.6	37
57.4	14	153.9	38
52.4	13	158.4	40
47.5	12	163	41
42.5	11	167.2	42
37.5	9	169.5	42
32.5	8	92.5	23
24.7	6	123.7	31
5.9	1	145.9	36
74.9	19	151.6	38
77.2	19	155.9	39
80.3	20	160.5	40
85.6	21	168.1	42
90.5	23	174.8	44
100.8	25	4763	1191
106.9	27		

Tabela 19 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 12

Figueira 12			
Comprimento linhas	Nº Plantas	Comprimento linhas	Nº Plantas
112	28	111.8	28
84.3	21	120.8	30
30.8	8	129.7	32
13	3	138.6	35
145.1	36	147.5	37
58.3	15	146.7	37
67.2	17	145.9	36
76.1	19	127.8	32
85.1	21	119.9	30
94	24	2058	514
102.9	26		

Tabela 20 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 13

Amendoeira 13			
Comprimento linhas	Nº Plantas	Comprimento linhas	Nº Plantas
61.5	15	100.4	25
111.1	28	104.8	26
160.9	40	107.3	27
189.7	47	104.9	26
196.1	49	102.6	26
202.8	51	103.5	26
239	60	104.4	26
275.1	69	105.3	26
270.2	68	104.7	26
250.1	63	104	26

221.4	55	100.6	25
176.2	44	97.2	24
169.6	42	90.2	23
168.7	42	83.3	21
167.5	42	75.6	19
168	42	64.2	16
170.2	43	52.9	13
172.9	43	42.7	11
171	43	32.4	8
166	42	22.2	6
161	40	16.8	4
156.1	39	102.4	26
151.1	38	103.6	26
146.1	37	103.3	26
141.1	35	95.6	24
136.2	34	88	22
131.2	33	75.8	19
126.2	32	63.7	16
121.3	30	55.5	14
116.3	29	45.8	11
111	28	7765	1941
105.7	26		

Tabela 21 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 14

Amendoeira 14			
Comprimento linhas	Nº Plantas	Comprimento linhas	Nº Plantas
210.9	53	117	29
208.5	52	47.7	12
206.1	52	171.2	43
200.1	50	171.2	43

190.6	48	14.8	4
180.9	45	58.2	15
170.8	43	52.5	13
162.4	41	46.8	12
154	39	41.1	10
147.7	37	35.8	9
143.9	36	30.6	8
143.7	36	25.3	6
144.2	36	20	5
144.9	36	60.3	15
145.6	36	62.5	16
146.4	37	62.6	16
147.1	37	62.5	16
147.9	37	61.2	15
148.4	37	58.9	15
148.6	37	56.5	14
148.9	37	54.5	14
149.3	37	52.5	13
150.1	38	50.5	13
151.3	38	48.6	12
152.7	38	46.6	12
153.9	38	44.2	11
154	39	41.9	10
154.2	39	39.5	10
154.2	39	37.1	9
154.2	39	35.9	9
154.5	39	34.6	9
155.5	39	33.4	8
156.6	39	33.7	8
158.4	40	34	9
162	41	34.4	9
165.8	41	34.7	9
180.5	45	35	9

177.1	44	34	9
157	39	33.1	8
167.1	42	32.1	8
147	37	26.6	7
137	34	14.6	4
127	32	8949	2237

Tabela 22 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 15

Amendoeira 15			
Comprimento linhas	Nº Plantas	Comprimento linhas	Nº Plantas
33.2	8	113.4	28
143.8	36	116.5	29
116.5	29	119.5	30
61.9	15	121.5	30
165.9	41	123.2	31
164.8	41	125.6	31
163.7	41	129.9	32
162.6	41	133.9	33
161.5	40	137.9	34
65.7	16	140.6	35
83.6	21	143	36
92.7	23	119.6	30
101.8	25	86	22
110.9	28	52.3	13
120	30	176.4	44
129.1	32	185	46
138.2	35	192.3	48
147.3	37	48.9	12
156.3	39	205.3	51
165.4	41	211.1	53

172.4	43	216	54
169.9	42	220.9	55
167.5	42	225.8	56
89.2	22	223.9	56
89.2	22	221.3	55
145.1	36	218.7	55
110.7	28	214.8	54
107.2	27	210.5	53
102.1	26	206.4	52
97.1	24	187	47
92.2	23	153.3	38
88	22	170.7	43
86.9	22	165.6	41
86.1	22	161.5	40
85.3	21	159.3	40
84.4	21	157.1	39
85.3	21	150	38
90.7	23	150	38
95.8	24	150	38
52.7	13	150	38
89.6	22	150	38
94.8	24	150	38
96.6	24	11655	2914
96.6	24		

Tabela 23 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 16

Amendoeira 16			
Comprimento linhas	Nº Plantas	Comprimento linhas	Nº Plantas
226.5	56.63	174.1	43.53
223.1	55.78	223.5	55.88

219.7	54.93	244.6	61.15
190.4	47.60	251.4	62.85
177.1	44.28	258.1	64.53
249.9	62.48	258.5	64.63
54.7	13.68	258.1	64.53
231.4	57.85	257.7	64.43
249.1	62.28	257.3	64.33
249.5	62.38	256.5	64.13
248.7	62.18	256.1	64.03
46	11.50	255.7	63.93
247.9	61.98	255.3	63.83
247.5	61.88	254.9	63.73
247.1	61.78	254.6	63.65
246.7	61.68	254.2	63.55
246	61.50	253.8	63.45
246.4	61.60	253.4	63.35
245.6	61.40	253	63.25
245.2	61.30	252.6	63.15
244.8	61.20	252.2	63.05
244.4	61.10	251.8	62.95
244	61.00	251.4	62.85
241.8	60.45	251	62.75
236.6	59.15	250.7	62.68
256.9	64.23	250.3	62.58
89.8	22.45	170.2	42.55
74.2	18.55	121.5	30.38
105.4	26.35	103.9	25.98
121	30.25	147.6	36.90
137.7	34.43	147.6	36.90
154.7	38.68	13671.40	3417.85

Tabela 24 - Comprimento das linhas e número de plantas da Área 17

Amendoeira 17			
Comprimento linhas	Nº Plantas	Comprimento linhas	Nº Plantas
164.8	41	107.5	27
165.9	41	113	28
156.7	39	118.5	30
157.8	39	124	31
159	40	129.5	32
160.1	40	56.7	14
161.3	40	47.1	12
162.4	41	22.9	6
162.4	41	28.7	7
140.6	35	34.4	9
133.8	33	40.2	10
96.5	24	15.6	4
102	26	167.1	42
89.7	22	168.2	42
63.4	16	169.4	42
68.9	17	170.5	43
74.4	19	171.7	43
80	20	172.8	43
85.5	21	152.5	38
146.1	37	94.4	24
151.6	38	40.8	10
153.2	38	23.2	6
154.3	39	5315	1329
155.5	39		

7. Bibliografia

- [1] S. d. C. s. I. D. Biológica., Gestión forestal sostenible, biodiversidad y medios de vida: Guía de buenas prácticas., Montreal, 47, 2009.
- [2] G. d. Portugal, Estratégia de Adaptação da Agricultura e das Florestas às Alterações Climáticas. Portugal Continental., 2013.
- [3] M. d. Mirandela, Parceria para a regeneração urbana do casco historico.
- [4] A. &. COBA, Carta dos Solos, Carta do Uso Actual da Terra e Carta da Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal, 1991.
- [5] «Sistema Nacional de Informação de Ambiente,» [En línea]. Available: <http://sniamb.apambiente.pt/Home/Default.htm>. [Último acceso: 27 08 2016].
- [6] T. Monteiro, Mapeamento de Riscos Ambientais no Município de Vila Nova de Gaia., Faculdade de Ciência, Universidade do Porto., 2012.
- [7] D. A. Gonçalves, Contribuição para o estudo do clima da bacia superior do rio Sabor, 1985.
- [8] C. F. Aguiar, Flora e vegetação da Serra de Nogueira e do Parque Natural de Montesinho.
- [9] L. A. BALASTREIRE, Máquinas Agrícolas, São Paulo: Manole, 1987, p. 307.
- [10] R. e. a. Sánchez, «Spatial Root Distribution of Apricot Trees in Different Soil Tillage Practices,» *Plant & Soil*, vol. 272, pp. 211-221, 2005.
- [11] L. A. BALASTREIRE y J. L. D. Coelho, Aplicação Mecanizada de Fertilizantes e Corretivos, São Paulo, 2000, p. 51.
- [12] A. Lencastre y F. M. Franco, «Lições de Hidrologia,» Fundação Armando Lencastre, 2003.
- [13] M. R. Magalhães, Morfologia da Paisagem, Lisboa, 1996.

- [14] L. Ferreira, J. P. C. Moinante, J. M. Oliveira, M. M. Leitão, T. E. Novo, M. E. Moreira y P. Henriques, Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Sado – 1.^a Fase. Análise e diagnóstico da situação actual, vol. 5, Lisboa, 2001.
- [15] M. R. Magalhães, M. M. Abreu, M. Lousã, N. Cortez, P. G. Silva, N. S. Cunha y S. L. Campo, Plano Verde do Concelho de Loures 1^a Fase. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 2001.
- [16] T. A. Sobrinho, P. T. S. Oliveira, D. B. B. Rodrigues y F. M. Aires, Delimitação Automática de Bacias Hidrográficas utilizando dados SRTM.
- [17] V. M. M., Guia para utilização de dados geomorfológicos locais, Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais, 2008, p. 72.
- [18] P. Fu y P. M. Rich, A geometric solar radiation model and its applications in agriculture and forestry, 2000.
- [19] ARS-USDA, Predicting Soil Erosion by Water - A Guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), USA, 1994.
- [20] W. H. a. S. D. Wischmeier, Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning., U.S. Department of Agriculture, Agriculture, 1978.
- [21] F. RAMÍREZ, E. HINCAPIÉ, S. SADEGHIAN y Y, «Erosividad de las lluvias en la zona cafetera central y occidental del departamento de Caldas.,» vol. 58(1), p. 40–52, 2007.
- [22] M. T. Pimenta, «Caracterização da erodibilidade dos solos a Sul do rio Tejo,» 1998.
- [23] T. M. Pimenta, «Directrizes para a Aplicação da Equação Universal de Perda dos Solos em SIG - Factor de Cultura C e Factor de Erodibilidade do Solo K,» 1998.
- [24] M. Kouli, P. Souplos y S. Valianatos, «Soil erosion prediction using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) in a GIS framework, Chania, Northwestern Crete, Greece,» *Environ. Geol.*, vol. 57, pp. 483-497, 2009.

- [25] I. D. Moore y J. P. Wilson, «Length-slope factors for the revised universal soil loss equation: simplified method of estimation,» *Journal of Soil and Water Conservation*, vol. 47(5), pp. 423-4, 1992.
- [26] D. J. Doherty, *The Geography -Regrarians Handbook*, 2015.
- [27] P. A. Yeomans, «Water For Every Farm: Yeomans Keyline Plan,» 2008.
- [28] G. Pavlov, «Understanding the Application of Keyline Geometry,» [En línea]. Available: www.humadesign.org.